



- ➔ **П. Біленчук, А. Кофанов, О. Кобилянський, О. Маслюк
ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОЧИНІВ У
СФЕРІ ОБІГУ РАДІОАКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ**
- П. Біленчук, А. Кофанов, О. Кобилянський, Л. Скільська
ДОКУМЕНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СЛІДЧОЇ ДІЇ:
МЕТОДИ ФІКСАЦІЇ ДОКАЗІВ
 - П. Біленчук, А. Кофанов, О. Кобилянський, Л. Скільська
ДОКУМЕНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОГЛЯДУ МІСЦЯ ПОДІЇ:
ПРАВОВІ І КРИМІНАЛІСТИЧНІ ОСНОВИ ФІКСАЦІЇ ДОКАЗІВ
 - П. Біленчук, А. Кофанов, О. Кобилянський, Л. Скільська
КРИМІНАЛІСТИЧНЕ ДОКУМЕНТУВАННЯ ОГЛЯДУ МІСЦЯ
ПОДІЇ: МЕТОДИ, ЗАСОБИ, ТЕХНОЛОГІЇ
 - П. Біленчук, А. Кофанов, О. Кобилянський
ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОЧИНІВ
У ГАЛУЗІ ВИСОКИХ ТЕХНОЛОГІЙ
 - П. Біленчук, А. Кофанов, О. Кобилянський
ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ
МІЖНАРОДНИХ ЗЛОЧИНІВ
 - П. Біленчук, А. Кофанов, О. Кобилянський
ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ
ТОРГІВЛІ ЛЮДЬМИ
 - П. Біленчук, А. Кофанов, О. Кобилянський
ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОЧИНІВ,
ПОВ'ЯЗАНИХ З ЛЕГАЛІЗАЦІЄЮ ДОХОДІВ,
ОТРИМАНИХ ЗЛОЧИННИМ ШЛЯХОМ
 - П. Біленчук, К. Гупалюк, А. Кофанов, О. Кобилянський
ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ ХАБАРНИЦТВА:
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА

ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОЧИНІВ У СФЕРІ ОБІГУ РАДІОАКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ





**«НАУКОВА БІБЛІОТЕКА КРИМІНАЛІСТА»
презентує підручники, монографії, навчальні
посібники в таких галузях знань:**

- Серія „Людина, право, суспільство”
- Серія „Економіка, фінанси, право”
- Серія „Безпека людини, суспільства, держави”
- Серія „Національна і міжнародна безпека”
- Серія „Міжнародне співробітництво”
- Серія „Мас-медіа”
- Серія „Криміналістична освіта ХХІ століття”
- Серія „Криміналістична наука в цивільному, арбітражному та кримінальному процесі”
- Серія „Міжнародна і вітчизняна злочинність”
- Серія „Запобігання, протидія, розслідування злочинів”
- Серія „Автоматизація, комп'ютеризація, інформатизація”
- Серія „Зброєзнавство і мисливствознавство”

**Тел. 8 (067) 5738307
Тел./факс: (044) 468-31-21
E-mail: peregin@mail.ru**

Навчальне видання

**Петро Дмитрович БЛЕНЧУК
Андрій Віталійович КОФАНОВ
Олег Леонідович КОБИЛЯНСЬКИЙ
Олександр Володимирович МАСЛЮК**

**ОСОБЛИВОСТІ
РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОЧИНІВ
У СФЕРІ ОБІГУ РАДІОАКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Монографія

Підписано до друку 08.06.2009.
Формат 60×84. Папір офсетний.
Тираж 300 прим.

Видавництво „КИЙ”
Адреса: 0436, Київ-136,
вул. Гречка, 13, кім. 216.

Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовників
і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 1168 від 24.12.2002 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПІДГОТОВКИ
СЛІДЧИХ І КРИМІНАЛІСТІВ
МІЖНАРОДНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КРИМІНАЛІСТИКИ**

**П.Д. БЛЕНЧУК
А.В. КОФАНОВ
О.Л. КОБИЛЯНСЬКИЙ
О.В. МАСЛЮК**

**ОСОБЛИВОСТІ
РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОЧИНІВ
У СФЕРІ ОБІГУ РАДІОАКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Монографія



Серію засновано у 2000 році А.В. Кофановим

Київ 2009

УДК 343ю98 (075.8)

ББК 67.52 я 73

Б61

Схвалено і затверджено та рекомендовано до друку кафедрою криміналістичної техніки ННПСК КНУВС (протокол № 12 від 26.05.2009 року) та Вченою радою Байкальського державного університету економіки та права (РФ) (протокол № 7 від 29.05.2009 року).

Рецензенти:

Є.К. Паніотів – заступник начальника управління Національного Центрального Бюро Інтерполу

В.С. Рибачук – головний спеціаліст Державного комітету ядерного Регулювання

Г.С. Семаков – професор Міжнародної кадрової академії

Біленчук П.Д., Кофанов А.В., Кобилянський О.Л., Маслюк О.В.

Б 61 Особливості розслідування злочинів у сфері обігу радіоактивних матеріалів. – Монографія / За ред. П.Д. Біленчука. – Київ: ННПСК КНУВС, 2009. – 88 с. – (Серія „Запобігання, протидія, розслідування злочинів”).

В монографічному дослідженні розкрито особливості проведення окремих слідчих дій у справах ядерної злочинності, визначено роль спеціаліста. Звернуто увагу, що особливий характер ядерної злочинності потребує введення в практику криміналістичного дослідження нових ядерно-фізичних методик. Вивчено форми і механізм міжнародного співробітництва у справах ядерної злочинності, достатність національного ядерного права. Показано, що перспективи криміналістичних досліджень у справах ядерної злочинності пов'язані зі створенням мережі ядерних судових лабораторій та національної бази даних характеристик радіоактивних матеріалів та специфіки виробника чи експлуатаційника.

Дослідження рекомендується професорсько-викладацькому складу юридичних вузів, а також слідчим, які спеціалізуються на розслідуванні даних видів злочинів.

ББК 67.52 я 73

© Біленчук П.Д., Кофанов А.В., Кобилянський О.Л., Маслюк О.В.

© Навчально-науковий інститут підготовки слідчих і криміналістів КНУВС, 2009.

ЗМІСТ

Передмова: концептуальні засади запобігання, протидії, розслідування злочинів у сфері обігу радіоактивних матеріалів.....	5
Розділ 1. Радіоактивні матеріали як об'єкт криміналістичного дослідження: характеристики явища радіоактивності, біологічні та суспільні загрози її використання.....	7
1.1. Поняття та характеристики явища радіоактивності.....	7
1.2. Характеристики біологічних ризиків та санітарно-нормативні регламенти радіаційно-небезпечних робіт.....	13
1.2.1. Біологічна дія радіаційного випромінювання.....	14
1.2.2. Одиниці вимірювання фізичної та біологічної дії радіації.....	17
1.2.3. Поняття про нормативні та медико-санітарні обмеження при поводженні з джерелами іонізуючого випромінювання.....	19
Висновки, пропозиції, рекомендації.....	24
Розділ 2. Стан розвитку ядерних технологій в світі: порівняльний аналіз досліджень в Україні та державах-сусідах.....	26
Розділ 3. Категорії радіоактивних джерел, які використовуються у практичній діяльності.....	27
3.1. Категорія 1.....	27
3.2. Категорія 2.....	28
3.3. Категорія 3.....	29
3.4. Категорія 4.....	30
3.5. Категорія 5.....	33
Розділ 4. Правове регулювання забезпечення ядерної безпеки: основні нормативні акти України та прикордонних з нею держав.....	35
Розділ 5. Міжнародно-правові угоди із запобігання та протидії ядерній злочинності.....	36
Розділ 6. Особливості розслідування злочинів у сфері обігу радіоактивних матеріалів.....	37
Розділ 7. Ядерна експертологія. Сучасний стан та особливості проведення судової експертизи для ідентифікації радіоактивних матеріалів.....	49
Розділ 8. Ядерно-фізичні методи і технології ідентифікації радіоактивних матеріалів на досудовому слідстві.....	57
8.1. Характеристика ознак радіоактивних матеріалів та класифікація ядерно-фізичних методів їх ідентифікації.....	57

8.2. Метод γ -спектроскопії: сутність, характеристика, можливості використання для ідентифікації радіоактивних матеріалів.....	63
Розділ 9. Ядерні судові лабораторії: предмет дослідження, алгоритм дій в процесі запобігання, протидії, розслідування ядерних злочинів.....	66
9.1. Предмет дослідження ядерних судових лабораторій.....	66
9.2. Алгоритм дій судових ядерних лабораторій в процесі запобігання, протидії, розслідування ядерних злочинів.....	67
9.2.1. Загальна характеристика плану дій судових ядерних лабораторій в процесі запобігання, протидії, розслідування ядерних злочинів.....	67
9.2.2. Адекватна реакція на подію.....	68
9.2.3. Збирання радіоактивних доказів.....	69
9.2.4. Збирання традиційних судових доказів.....	69
9.2.5. Кінцева стадія огляду та забезпечення безпеки місця події.....	70
9.2.6. Транспортування та збереження радіоактивних доказів.....	70
9.2.7. Лабораторне ядерне судове дослідження зібраних зразків та їх оформлення.....	70
9.2.8. Ядерний судовий аналіз.....	71
9.2.9. Послідовність використання технічних прийомів та методів експертизи.....	72
9.2.10. Конфіденційність та відкритість результатів дослідження.....	72
Висновки, пропозиції, рекомендації.....	74
Використана і рекомендована література.....	76

157. Быков В. Заключение специалиста // Законность. – 2004. – № 9. – С. 21-22.
158. Кримінальний процес України: Підручник / М.М. Михеєнко, В.Т. Нор, В.П. Шибіко. – К.: Либідь, 1992. – 431 с.
159. Закон України «Про судову експертизу» № 4038-ХІІ, від 25 лютого 1994 р. // Відомості Верховної Ради України, 1994. – № 28. – с 232.
160. Експертизи у судовій практиці. За загальною редакцією В.Г. Гончаренка. – К.: Юрінком Інтер, 2005. – 388 с.
161. Теорія та практика судової експертизи і криміналістики: Збірник наук.-практичних матеріалів / М-во юстиції України. Харьк. НДІ суд. експертиз ім. М.С. Бакаріуса, НЮАУ ім. Я. Мудрого. – Харків: Право, 2004. – Вип. 4. – 648 с.
162. Nuclear forensic support. – Viena: IAEA, 2006. – 67 p.
163. Лотар Кох. Следы-доказательства. Судебная экспертиза и незаконный оборот ядерных материалов // Бюллетень МАГАТЭ. – 2003. – № 45/1. – С. 34-36.
164. Катков Т.В., Кожевников Г.К. Судові експертизи (Підстави та процесуальний порядок призначення і проведення, перелік типових питань): Навч. посібник: 3-тє вид. – Х.: Рубікон, 2003. – 192 с.
165. ГОСТ 8.505-84 «Метрологическая аттестация выполнения измерений содержания компонент проб веществ и материалов». – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 25 с.
166. Пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов / Под. ред. Лютера В., Смита Х. и Свиридова А. – М.: Из-во ВНИИА РФ, 2004. – 432 с.
167. Бурмистенко Ю.Н. Фотоядерный анализ состава вещества. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 234 с.
168. Фролов В.В. Ядерно-физические методы контроля делящихся веществ. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 181 с.
169. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1972. – 638 с.
170. Биленчук П.Д., Маслюк О.В., Парлаг О.А. Идентификация естественных и искусственных радиоактивных материалов методами ядерной γ -спектрометрии // Криминалистика и судебная экспертиза: Междувед. научно-метод. сб., Отв. ред. А.М. Пасенюк. – Киев: МЮУ. – 2004. – Вып. 52. – С. 239-248.
171. Хижняк Н.А. Безопасная ядерная энергетика. – Харьков: Из-во ННЦ ХФТИ, 2004. – 148 с.

138. Jonathan Medalia. Terrorist "Dirty Bomb": Brief Primer. <http://www.fas.org/spp/starwars/crs/index.html>.
139. ABC NEWS. Interview with Osama Bin Laden. December. – 1998, published September, 26, 2001 // <http://www.abcnews.com>.
140. Kaplan, David. Jonathan D. Tucker, ed., Toxic Terror: Assessing Terrorist Use of Chemical and Biological Weapons. – Cambridge, MA: MIT Press, 2000. – 154 p.
141. John Lancaster, Kamran Khan. Mushrraf Named in Nuclear Probe / Washington Post. 2004. – February 2.
142. Robert Serebrennikov, "Russian Minister: No Terrorist Organization Can Manufacture an Atomic Bomb" / ITAR-TASS. 2003. – May, 19.
143. Smuggling Armageddon: the nuclear black market and the Former Soviet Union and Europe / by Rensselaer W. Lee. – New-York, 1999. – 200 p.
144. Plot to smuggle radioactive material from CIS foiled / Guardian. – 1993. – December 24.
145. Reuters: Ukraine customs detain two for nuke smuggling. – 1998, December 4.
146. Walsh, N. P. Six arrested, one sought in radioactive "dirty bomb" plot. / Guardian. – 2002. – June 1.
147. Security services investigate smuggling of strategic materials. FBIS-Central Eurasia. Retrieved from NIS Nuclear Trafficking Database at <http://www.nti.org/db/nistraff>.
148. Interfax: Kazakhstani officials confiscate 1.5 kg uranium oxide, heroin. – 2002. – March 11.
149. Israeli businessman Semyon Mogilevich denies allegations that he intended to sell nuclear material to Osama bin Laden / RIA Novosti. – 2001. – September 28.
150. Williams, P., Woessner, P.N. Nuclear material trafficking: An interim assessment. – New-York, 1994. – 49 p.
151. David Rhode and David E. Sanger. Key Pakistani Is Said to Admit Atom Transfers / New York Times. – 2004. – February 1.
152. В. Смирнов, М. Чубаров. К вопросу о радиоактивном терроризме. Оперативное прикрытие // Формула безопасности. – № 5(8). – 2000. <http://www.polimaster.ru/support/areas/nuclear.php>.
153. Кримінально процесуальний кодекс України. – Х.: ТОВ «Одіссея», 2007. – 264 с.
154. Тертишник В.М. Науково-практичний коментар до Кримінально-процесуального кодексу України. – Київ: А.С.К, 2002. – 1056 с.
155. Закон України «Про місцеві державні адміністрації» № 586-XIV, від 9 квітня 1999 року // Відомості Верховної Ради України. – 1999. – № 20-21. – с. 190.
156. Баранов А.М., Супрун С.В. Заключение специалиста – новый способ собирания доказательств // Вестник ОГУ. – 2005. – № 3; Зайцева С.А. Специалист и его заключение в уголовном процессе // Следователь. – 2004. – № 2; Овсянников И. Заключение и показания специалиста // Законность. – 2005. – № 7.

ПЕРЕДМОВА

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ЗАПОБІГАННЯ, ПРОТИДІЇ, РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОЧИНІВ У СФЕРІ ОБІГУ РАДІОАКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

В монографії досліджується сучасне розуміння явища радіоактивності, дозволяє виділяти ті його ознаки, що є базовими для використання радіоактивних матеріалів у злочинних цілях, а також можуть стати основою ідентифікаційних методик дослідження ядерних матеріалів для криміналістичної практики. Вводиться класифікація ядерних матеріалів, з класу радіоактивних речовин виділено збройні ядерні матеріали, розглядаються фізичні основи вибухових ядерних зарядів та уражаючі фактори «брудної» ядерної бомби, інші використання радіоактивних матеріалів у злочинних цілях. Показано, як фактори біологічної дії ядерного випромінювання враховані з точки зору наявних санітарних норм.

В дослідженні розглянуто питання правової ідентифікації ядерної злочинності, досліджуються різні підходи до цієї проблеми. Виділено міжнародний, державний, регіональний та індивідуальний характер ядерної злочинності, дано описання її криміналістичних характеристик, форм прояву, особливо, в частині ядерного тероризму. Досліджено правову базу ядерного законодавства (міжнародний та національний аспекти), що регулюють діяльність у сфері ядерної та радіаційної безпеки. Проведено порівняльний аналіз ядерних національних законодавств країн Європи. Визначено місце України в системі міжнародної ядерної безпеки та протидії ядерному тероризму. Систематизовано структуру державних органів України, відповідальних за ядерне регулювання та протидію ядерній злочинності. Проаналізовано сучасні світові тенденції розвитку міжнародного ядерного права. Підкреслена важливість міжнародного, транскордонного співробітництва України для протидії організованій ядерній злочинності, виділено їх юридичну та технічну складові.

В монографічному дослідженні показано, що новизна ядерної злочинності вимагає адаптації як інструментально-технічних, так і процесуально-правових складових. В праці робиться висновок про необхідність введення в практику досудового слідства та судової експертизи ядерно-фізичних методик. В книзі аналізується сучасний стан та достатність кримінального законодавства для запобігання ядерній злочинності. Показана особлива роль технічних засобів попередження таких видів злочину шляхом організації моніторингових радіаційних служб. Продемонстровано значення судової експертизи для виявлення проявів ядерної злочинності, суспільних загроз та нанесеної шкоди.

На основі проведених досліджень запропоновано ряд рекомендацій удосконалення криміналістичної діяльності та правової бази боротьби з ядерною злочинністю. Зокрема:

– удосконалення національного та міжнародного законодавства в сфері протидії незаконному володінню, переміщення ядерних матеріалів;

- посилення ступеня участі України у міжнародних організаціях як МАГАТЕ, ІНТЕРПОЛ та інші, визначенню відповідальної структури;
- посилення координації зусиль державних органів ядерного регулювання та правоохоронних органів;
- широке залучення ядерно-фізичних методів аналізу в практику судово-криміналістичної експертизи;
- створення національного банку даних щодо випадків ядерної злочинності;
- підвищення ступеня оперативної взаємодії правоохоронних органів різних країн щодо запобігання та боротьби з ядерною злочинністю, особливо між країнами близького зарубіжжя;
- розробки ефективних механізмів координації такої діяльності через міжнародні структури.

Петро Біленчук

123. DeNeen L. Brown. Canada Arrest 19 as Security Threats. / Washington Post. – 2003. – August 23.
124. Предотвращение непреднамеренного перемещения и незаконного оборота радиоактивных материалов. Подготовлено совместно МАГАТЭ, ВТО, Европол и Интерполом. – Вена: МАГАТЭ, 2003. – 25 с.
125. Report on Combating of Illicit Trafficking. The Illicit Trafficking Combat Project Group. – Vienna: IAEA, 2000. – 24 p.
126. Парамузова О.Г. Физическая защита ядерных материалов: Международно-правовые вопросы // Изд. вузов. Правоведение. – СПб. – 1998. – №2. – С. 191-199.
127. R.A. Meserve. Strengthening long term control over radioactive sources // Security of radioactive sources: proceedings of an international conference held in Vienna, Austria, 10-13 March 2003 / organized by the International Atomic Energy Agency...[et al.]. – Vienna : IAEA, 2003. – 201 p.
128. A. Goldfarb, M. Litvinenko. Litvinenko's dead and Nuclear Terrorism / The Wall Street Journal. – 2007. – June, 27.
129. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 54 від 02 лютого 2005 року Про затвердження державних санітарних правил «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» РБУ (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20 травня 2005 р. за № 552/10832) // Окремий відбиток.
130. Криминалистика. Учебник для вузов / Отв. редактор проф. Н.П. Яблуков. – М: Издательство БЕК, 1996. – 708 с.
131. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 14 грудня 2000 р. № 241 «Про затвердження Правил забезпечення збереження ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання» // Окремий відбиток.
132. Маслюк О.В. Особливості протидії ядерній організованій злочинності у Європейському правовому просторі: Роль України // Науковий вісник Львівського юридичного інституту. Серія юридична. Збірник / Головний редактор В.Л. Ординський. – Львів: Львівський юридичний інститут МВС України. – Вип. 3. – 2005. – С. 96-101.
133. Kilo of uranium can be bought even in a street / Vechernyaya Moskva. – 2002. – 2 May.
134. L. Zaitseva, K. Hand. Nuclear Smuggling Chains: Suppliers, Intermediaries and End-Users // American behavioral scientist. – Vol. 46 No. 6. – February 2003. – P. 822- 844.
135. Каган Л.М., Колупаев А.А., Ставров А.И. Ядерный терроризм и контрабанда радиоактивных материалов: комплекс технических средств для их предотвращения. СП «Полимастер», Минск-2003 // <http://www.polimaster.ru/support/areas/nuclear.php>;
136. David Kaplan. The Cult At the End of the World. – New-York: Crown Publishers, 1996. – 284 p.
137. David Albright, Lauren Barbour. "Separated Inventories of Civil Plutonium Continue to Grow", Isis Plutonium Watch. – Washington: Institute for Science and International Security, 1999. – 33 p.

які також супроводжуються випромінюванням високо енергетичних ядерних частинок.

Відкриття природної радіоактивності призвело до перевороту у тогочасній науці: формування уявлень про елементарні складові компоненти речовини, створення основ сучасної атомної та ядерної фізики, а також надпотужних енергетичних та збройних технологій. В подальшому, це дало можливість пояснити ряд природних явищ, зокрема, випромінювання (поглинання) світла, хімічні перетворення, тощо, а також особливості ядерних перетворень, поділ важких ядер.

Наведемо основи сучасних уявлень про будову речовини.

В 1911 році Резерфорд запропонував нову модель атома, згідно якої будова атома нагадує будову Сонячної системи. Аналогом Сонця є важке ядро, яке розташоване у центрі і містить нуклони (протони, нейтрони), навколо якого знаходяться електронні оболонки (планетарна модель атома).

Електронна оболонка атома утворена елементарними частинками – електронами (e), які мають масу приблизно у 1840 разів меншу ніж маса нуклонів і несуть один елементарний від'ємний заряд.

Сума від'ємних зарядів електронів оболонки врівноважується рівновеликим, але позитивним зарядом ядра. Тому у незбудженому стані атом у цілому електронейтральний. Перехід електрона з орбіти на орбіту завжди пов'язаний з поглинанням або звільненням енергії, що супроводжується поглинанням та випромінюванням світла.

Атомне ядро являє собою сукупність ядерних частинок – нуклонів, до яких відносяться позитивно заряджені протони (p) і нейтральні щодо заряду нейтрони (n), що мають приблизно однакові маси. Така модель була запропонована В. Гейзенберг та Д. Іваненко ще у 1933 році. Ці частинки (нуклони) утримуються в ядрах короткодійними силами притягання. Різні хімічні елементи мають ядра з різним числом протонів і нейтронів.

Протон – стійка ядерна частинка, яка несе елементарний позитивний заряд і визначає хімічні властивості елемента. Число протонів у ядрі (Z) суворо постійне для атомів кожного елемента і відповідає порядковому номеру елемента у періодичній таблиці Д.І. Менделєєва.

Нейтрон – інший вид нуклонів з масою приблизно рівною масі протона. Він є електронейтральним, тобто не несе заряд.

Ядро хімічного елемента X позначають як $\frac{A}{Z} X$, наприклад, уран U-235 - $\frac{235}{92} U$, де

Z – зарядове число ядра, рівне числу протонів (атомний номер);

A – число нуклонів в ядрі (атомна маса елемента, масове число ядра);

$N=A-Z$ – число нейтронів в атомному ядрі.

Ядра елементів з однаковим числом протонів Z , але різним числом нуклонів A називаються *ізотопами*. Наприклад, ^{28}Si , ^{29}Si , ^{30}Si є стабільними ізотопами ядра Si; природний уран має два поширені ізотопи U-235 і U-238.

В залежності від значення параметру Z^2/A , що має назву *параметра*

А.С.К., 2001. – 1104 с.

95. Плева К.В. Кримінальна відповідальність за суспільно небезпечні діяння стосовно радіоактивних матеріалів: Дис. ... канд. юрид. наук (12.00.08). – К.: НАВСУ, 2005. – 209 с.

96. Плева К.В. Поняття радіоактивних матеріалів як предмету злочинів проти громадської безпеки // Матеріали Міжнародного науково-практичного семінару «Проблеми відповідальності за злочини проти громадської безпеки за новим КК України». – Х.: Східно-регіональний центр гуманітарно-освітніх ініціатив, 2003. – С. 277-281.

97. Постанова Пленуму Верховного Суду України № 3 від 26 квітня 2002 року «Про судову практику у справах про викрадення та інше незаконне поводження зі зброєю, бойовими припасами, вибуховими речовинами, вибуховими пристроями чи радіоактивними матеріалами» // Окремий відбиток.

98. Правила поведінки громадян на залізничному транспорті Затверджені Постановою Кабінету Міністрів України № 903, від 10 листопада 1995 року // Окремий відбиток.

99. Постанова Кабінету Міністрів України № 327 від 12 березня 2003 року «Про порядок проведення державної перевірки ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання та планів взаємодії у разі вчинення актів ядерного тероризму» // Окремий відбиток.

100. Постанова Кабінету Міністрів України № 1782 від 06.12.2000 р. «Про затвердження Порядку ліцензування окремих видів діяльності у сфері використання ядерної енергії» // Окремий відбиток.

101. Постанова Кабінету Міністрів України № 813 від 02 червня 2003 року «Про затвердження Порядку взаємодії органів виконавчої влади та юридичних осіб, які провадять діяльність у сфері використання ядерної енергії, в разі виявлення радіонуклідних джерел іонізуючого випромінювання у незаконному обігу» // Окремий відбиток.

102. Наказ Державного комітету ядерного регулювання України № 116, від 8 листопада 2002 року «Про затвердження Вимог та умов безпеки (ліцензійних умов) провадження діяльності з перевезення радіоактивних матеріалів та Вимог до звіту про аналіз безпеки провадження діяльності з перевезення радіоактивних матеріалів» // Окремий відбиток.

103. Правила ядерної та радіаційної безпеки при перевезенні радіоактивних матеріалів, затверджені наказом Державного комітету ядерного регулювання України від 23.05.2001 р. № 18, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 13.07.2001 р. за № 591/5782 // Окремий відбиток.

104. Указ Президента України «Про Положення про Державний комітет ядерного регулювання України» від 06.03.2001 р. № 155/2001 // Окремий відбиток.

105. Указ Президента України «Про державне регулювання ядерної та радіаційної безпеки» від 12.05.2000 р. № 1303/2000 // Окремий відбиток.

106. Маслюк О.В. Проблеми правової ідентифікації ядерної злочинності

2005. – 45 p.
76. Nuclear Suppliers Group // <http://www.fas.org/nuke/control/nsg/index.html>.
77. The Zanger Committee // <http://www.deso.mod.uk/regimes.html>.
78. Международная конвенция о борьбе с актами ядерного терроризма № 59/290 от 15 апреля 2005 года // <http://www.un.org/russian/documen/convents/nucter.prf>.
79. Report on Combating of Illicit Trafficking. The Illicit Trafficking Combat Project Group. – Stockholm, January 2000. – 158 p.
80. Копейчиков В.В. Загальна теорія держави і права. – К.: Хрінком, 1997. – 387 с
81. Конституція України. Коментар основних положень Конституції України щодо захисту прав і свобод людини і громадянина / Упоряд. М.І. Хавронюк. – К.: Літера ЛТД, 2006. – 112 с
82. Закон України «Про основи національної безпеки України» № 964-IV від 19 червня 2003 року // Окремий відбиток.
83. Андрейцев В.І. Екологічне право: курс лекцій в схемах. – К.: Вентурі, 1996. – 491 с
84. Закону України «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії» № 1370-XIV від 11 січня 2000 року // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 9. – 68 с.
85. Закон України «Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання» № 2063-III, від 19 жовтня 2000 року // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – №1.
86. Балюк Г.І. Ядерне право України: стан і перспективи розвитку (правові аспекти радіоекології). – К.: Юрінком, 1996. – 140 с.
87. Балюк Г.І. Правові аспекти забезпечення ядерної та радіаційної (радіоекологічної) безпеки в Україні: Монографія. – К.: Юрінком, 1997. – 196 с.
88. Международное атомное право. – М.: Наука, 1987. – 358 с.
89. Маргулис У.Я. Атомная энергия и радиационная безопасность. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 324 с.
90. Закон України «Про ветеринарну медицину» № 2498-XII, від 25 червня 1992 року // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 36. – с. 531.
91. Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» № 1809-III, від 8 червня 2000 року // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 40. – с. 337.
92. Законом України «Про цивільну оборону України» № 2974-XII, від 3 лютого 1993 року // Відомості Верховної Ради України. – 1993. – № 14. – с. 124.
93. Закон України «Про рослинний світ» № 591-XIV, від 9 квітня 1999 року // Відомості Верховної Ради України. – 1999. – № 22-23. – с. 198.
94. Науково-практичний коментар Кримінального кодексу України від 5 квітня 2001 року / За ред. М.І. Мельника, М.І. Хавронюка. – К.: Каннон,

ділності, і енергетичного стану (основний, збуджений) атомні ядра можуть бути [8]:

- стабільними (при $Z^2/A < 17$), що здатні зберігати початковий нуклонний стан необмежено довго (мова може йти про 10^4 - 10^7 років);
- нестабільними (при $Z^2/A > 17$), тобто нестійкими щодо ядерних перетворень, що, як правило, відбуваються з випромінюванням ядерних частинок (явище *радіоактивності*). Вони ще називаються *радіонуклідами*. Можливими є процеси поділу нестабільного ядра на два уламки, при чому вивільняється значна енергія, яка передається у вигляді випромінювання високоенергетичних ядерних частинок.

Радіонукліди залежно від утворення поділяються на *природні*, які з'являються на Землі при її виникненні, або виникають постійно в ядерних реакціях під впливом космічного опромінення, і *штучні*, які утворюються із стабільних нуклідів при роботі ядерно-фізичних установок – реакторів, прискорювачів ядерних частинок, або в результаті ядерних вибухів.

Як зазначено вище, до основних типів ядерних перетворень відносять α -, β - розпад, випромінювання γ - частинок та поділ важких ядер. Розглянемо їх характеристики:

- α - випромінювання – корпускулярне іонізуюче випромінювання, яке складається з α - частинок, що представляють собою двічі іонізовані атоми гелію;
- β - випромінювання – корпускулярне електронне або позитронне іонізуюче випромінювання з неперервним енергетичним спектром, що виникає при перетвореннях ядер чи нестабільних частинок, наприклад, нейтронів;
- γ - випромінювання – короткохвильове електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі $< 0,1$ нм, що виникає при розпаді радіоактивних ядер, переході ядер із збудженого стану в основний, взаємодії швидких заряджених частинок з речовиною, анігіляції електронно-позитронних пар, тощо. Цей же тип випромінювання виникає при розсіюванні (гальмуванні) високоенергетичної зарядженої частинки в електричному полі. Спектр гальмівного випромінювання неперервний, максимальна енергія γ - спектру дорівнює енергії зарядженої частинки. Сюди можна віднести і рентгенівське випромінювання з довжиною хвилі 10^{-5} - 10^{-2} нм, яке має місце під час гальмування швидких електронів у речовині (безперервний спектр) та під час переходу електронів із зовнішніх електронних оболонок атома на внутрішні (лінійний спектр).

Зауважимо, що спектри α -, β - та γ - випромінювання, тобто, залежність числа частинок від енергії є ідентифікаційними ознаками радіонуклідів і використовуються при розробці методик судової експертизи радіоактивних матеріалів.

Пояснення природи явищ, що супроводжують радіоактивність та поділ важких ядер містяться в особливому характері взаємодії між ядерними частинками. Природа ядерних сил дотепер невідома, встановлено лише, що вони значно сильніші, ніж сили електромагнітної взаємодії.

Ядерні сили визначають E , енергію зв'язку між нуклонами ядра, яка

окрім параметра ділимості Z^2/A характеризує здатність ядра до поділу.

Згідно визначення, *енергія зв'язку* – це енергія, яку необхідно затратити, щоб розділити ядро на його складові, тобто нуклони. Більш інформативною є питома енергія зв'язку $\epsilon = E/A$, – величина, усереднена на число нуклонів. Більше значення ϵ свідчить і про більшу стабільність конкретного ядра. Встановлено, що значення ϵ становить біля 8 МеВ для значного числа стабільних ядер і досягає максимуму для $A \sim 60-80$. Винятком є область легких ядер, де питома енергія зв'язку росте від нуля ($A=1$) до 8 МеВ для ядра ^{12}C .

Існує оптимальна залежність між числом протонів і нейтронів у ядрах, в рамках якої реалізується стабільний стан ядер, а також маса ядра має бути меншою, ніж сума мас складових його нуклонів. З ростом у ядрі числа одноїменно заряджених протонів діючі кулонівські сили відштовхування значно зростають. З іншої сторони, енергія зв'язку між нуклонами (ядерні сили) зі збільшенням атомного номера (розміру ядра), ростом числа нейтральних нейтронів зменшується. У елементів з атомним номером A більшим, ніж 82 (свинець) ядерні сили притягання вже не здатні забезпечити повну стійкість ядер.

При поділі маса цілого ядра до поділу більша за масу осколків, що вийшли. Різниця становить приблизно 0.1 % маси ядра, що розділилося [9]. Як правило, ядра-уламки мають великий надлишок нейтронів і тому вони нестійкі відносно випромінювання електрона (β - розпад). Масові числа A продуктів поділу змінюються від 72 до 161, а атомні номери Z від 30 (цинк) до 65 (тербій). Ймовірність симетричного поділу (на два рівні уламки) для важких ядер є малою, для ізоотопів урану вона становить всього 0,04%. Крім того, при поділі вивільнюється 2-3 вільних нейтронів, які можуть спричинити поділ інших важких ядер, і величезна кількість теплової енергії. Тобто, енергія зв'язку частинок у ядрі перетворюється у кінетичну енергію уламків поділу, нейтронів та інших частинок і витрачається на утворення радіаційних пошкоджень при взаємодії з речовиною, нагрівання, тощо.

Виділяють *спонтанну* та *стимульовану* форму поділу важких ядер. *Спонтанний* поділ ядер має місце у 26 ізоотопів атомних ядер, у тому числі у ряді природних, таких як ^{230}Th , ^{232}Th , ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu , періоди напіврозпаду ($T_{1/2}$) (час, за який кількість вихідного ізоотопу зменшиться у 2 рази) яких змінюються в широких межах – від мільйонів до 10^{10} років!

При *стимульованому* поділі необхідне збудження вихідного ядра, що, як правило, здійснюється за допомогою зовнішньої ядерної частинки або іншого ядра. Найбільш вивченими є поділ ядер при захопленні нейтронів (теплових чи швидких) і, так званий, фотоподіл ядра – під дією високоенергетичного γ -кванта [10].

Поділ же важких елементів урану-235 та плутонія-239 ефективно відбувається при поглинанні повільних нейтронів. Процес поділу починається з того, що нейтрон, влетівши в ядро елемента, яке «бомбардується», збільшує його масове число на одиницю (наприклад, ^{235}U перетворюється в ^{236}U). Тоді нове ядро стає енергетично нестійким, внаслідок чого воно відразу (з ймовірністю $\sim 0,8$) ділиться. Як правило, ядра-уламки

59. Постанова КМУ від 12 червня 1998 року № 852 "Про запровадження механізму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу" // Урядовий вісник. – № 28. – 1998. – 17 червня.

60. Handbook of nuclear law / C. Stoiber ... [et al.]. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2003. – 168 p.

61. Ядерне законодавство: Збірник нормативно-правових актів / За ред. Академіка НАН України Ю.С. Шемшученка. – У 2-х томах. Том 2. – Вид. 2-ге, перероб. та допов. – К.: Видавничий дім «Ін Юре». – 1999. – 440 с.

62. Ядерне законодавство: Збірник нормативно-правових актів / За ред. Академіка НАН України Ю.С. Шемшученка. – У 2-х томах. Том 1. – Вид. 2-ге, перероб. та допов. – К.: Видавничий дім «Ін Юре». – 1999. – 648 с.

63. Міжнародна конвенція про боротьбу з бомбовим тероризмом від 16 грудня 1997 року. Резолюція 50/164 Генеральної Асамблеї ООН // Окремий відбиток.

64. Міжнародній конвенції про боротьбу з фінансуванням тероризму від 12 вересня 1999 року. Документ ООН А/54/615 // Окремий відбиток.

65. Договір про всеосяжну заборону ядерних випробувань від 24 вересня 1996 року. (Договір ратифікований Законом України № 2107-III від 16.11.2000 року) // Окремий відбиток.

66. Европейский союз. Прошлое, настоящее, будущее. Договоры об учреждении европейских сообществ. – М.: Международная издательская группа "Право", 1994 г. – 673 с.

67. Європейська Конвенція про боротьбу з тероризмом. Страсбург 27 січня 1977 року. Збірка договорів Ради Європи. – К.: Парламентське видавництво, 2000. – 114 с.

68. Конвенція про попередження та покарання за вчинення актів тероризму прийнята в 1986 році Організацією американських держав. // <http://www.grinchuk.lviv.ua/referat/1/978.html>.

69. Конвенція про попередження тероризму прийнята в 1987 року Асоціацією регіонального співробітництва Південної Азії // <http://www.grinchuk.lviv.ua/referat/1/978.html>.

70. Статут Міжнародного агентства з атомної енергетики станом на 20.12.2002 року // Окремий відбиток.

71. Серия норм МАГАТЭ по Безопасности. Пределы и условия для эксплуатации и эксплуатационные процедуры для атомных электростанций. – Вена: МАГАТЭ, 2004. – 45 с.

72. The Structure and Content of Agreement between the Agency and States required in connection with the treaty on the Non-proliferation of Nuclear Weapons. – Viena: IAEA, 1972. – 29 p.

73. Model Protocol Additional to the Agreement(s) between States and International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards. – Viena: IAEA, 1997. – 64 p.

74. Конференция по рассмотрению и принятию предложенных поправок к Конвенции о физической защите ядерного материала. – Вена: МАГАТЭ, 2005. – 24 с.

75. IAEA Safety Standards Series No. TS-R-1/ДАЕА. – Vienna: IAEA,

- Р.С. Бархударов, К.И. Гордеев, И.К. Дикобес и др. // Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской АЭС. – К.: Здоровье, 1988. – С. 111-118.
39. Москальов В.А., Сергеев Г.И. Измерение параметров пучков заряженных частиц. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 225 с.
40. Иванов В.И. Курс дозиметрии. – М.: Атомиздат, 1970. – 375 с.
41. Пристер Б.С., Лошилов Н.А., Немец О.Ф. и др. Основы сельскохозяйственной радиологии / Пристер Б.С., Лошилов Н.А., Немец О.Ф. и др. – К.: Урожай, 1991. – 460 с.
42. Гродзенский Д.Э. Радиобиология. – М.: Атомиздат, 1966. – 149 с.
43. Дэвидсон Г.О. Биологические последствия общего гамма-облучения человека. – М.: Атомиздат, 1960. – 56 с.
44. Хуго Келлер А. Стохастическая радиобиология. – М.: Атомиздат, 1969. – 154 с.
45. Гемпельман Л., Лиско Г., Гофман Д. Острый лучевой синдром. – М.: ИЛ, 1954. – 88 с.
46. Кириллов В.Ф., Черкасов Е.Ф. Радиационная гигиена. – М.: Наука, 1966. – 408 с.
47. Сборник. Радиация. Дозы, эффекты, риск. – М.: Мир, 1990. – 79 с.
48. Кимель Л.Р., Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. – М.: Атомиздат, 1972. – 301 с.
49. Нормы радиационной безопасности: НРБ-76. – М: Энергоиздат, 1981. – 96 с.
50. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 190 с.
51. Осанов Д.П., Лихтарев И.А. Дозиметрия излучений инкорпорированных радиоактивных веществ. – М.: Атомиздат, 1977. – 200 с.
52. Норми радіаційної безпеки України. Офіційне видання. – К.: Видня Комітету з питань гігієнічного регламентування МОЗ України, 1999. – 41 с
53. Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 54 від 02 лютого 2005 року Про затвердження державних санітарних правил «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» РБУ (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20 травня 2005 р. за № 552/10832) // Окремий відбиток.
54. Крупка Ю.М. Развитие ядерного законодательства Украины // Право Украины. – 1996. – № 8. – С. 31-34.
55. Маслюк О.В. Проблемы правовой идентификации ядерной злочинності // Держава і право: Збірник наукових праць. Юридичні і політичні науки. Спецвипуск. В 2-х т. – Т. 2. – К.: Ін-т держави і права ім. В.М. Корецького НАН України, 2005. – С. 228-233.
56. Криміналістика / Под ред. д-ра юрид. наук, проф. В.А. Образцова. – М.: Юристъ, 1997. – 760 с.
57. Криміналістика. Криміналістична тактика і методика розслідування злочинів / За ред. В.Ю. Шепітька. – Харків, 1998. – 376 с.
58. Угоди про партнерство і співробітництво між Україною і Європейськими Співтовариствами та їх державами-членами від 11 червня 1994 року // Голос України. – № 23. – 1994. – 15 червня.

мають великий надлишок нейтронів, тобто, нестійкі відносно β - розпаду, і являють собою ядра радіонуклідів. Масові числа A продуктів поділу змінюються від 72 до 161, а атомні номери – від 30 (цинк) до 65 (тербій).

Розрахунок показує, що при поділі ядра з атомною масою $A = 240$ виділяється енергія порядку 200 МеВ, причому біля 80% її припадає на енергію уламків поділу. За один акт поділу утворюється понад 2 нейтрони з середньою енергією ~ 2 МеВ.

Коли врахувати, що в 1 см міститься 10^{23} атомних ядер, то можна підрахувати, що при їх поділі може виділитися 3 МДж енергії. Така енергія може виділитися у вигляді теплового, чи іонізуючого випромінювання, і вона становить ресурс як для мирного використання ядерної енергії, коли це контролювана реакція, так і для створення зброї масового знищення, коли енергія вивільняється практично миттєво в результаті ланцюгової реакції. Зокрема, при поділі ядра урану-235 під дією нейтрона додатково випромінюється 2 або 3 нейтрони поділу. При сприятливих умовах ці нейтрони можуть попасти в інші ядра урану і викликати їх поділ. На цьому етапі виникають вже від 4 до 9 нейтронів, які здатні викликати нові розпади ядер урану і т. д.

Найбільш важкими стабільними ядрами є ізотопи свинцю ($Z = 82$) і вісмуту ($Z = 83$). В природних умовах ці ізотопи утворюються як продукти розпаду більш довгоживучих ізотопів урану ($Z = 92$) і торію ($Z = 90$). Періоди напіврозпаду найбільш довгоживучих ізотопів елементів із зарядовими числами ядер $Z = 83 - 89$ не перевищують $2 \cdot 10^3$ років. Потім розташовуються ізотопи торію ($Z = 90$) і урану ($Z = 92$), які утворюють перший острів стабільності – групу довгоживучих ізотопів, яка оточена зі всіх сторін «морем» відносно короткоживучих ізотопів (таблиця. 1.1).

Таблиця 1.1

Характеристики довго живучих важких ізотопів урану і торію [11]

Ізотоп	Вміст у природній суміші, %	Період напіврозпаду, роки
^{232}Th	100	$1,41 \cdot 10^{10}$
^{235}U	0,7196	$7,10 \cdot 10^8$
^{236}U	0,001	$2,4 \cdot 10^7$
^{238}U	99,276	$4,51 \cdot 10^9$

Важливість ізотопів Th і U та продуктів їх розпаду для існування неорганічної та органічної природи обумовлена їх великим періодом напіврозпаду, який співвідносять з часом існування Землі. Оскільки, з однієї сторони, терміни життя таких ядер великі у порівнянні з земними масштабами часів, а, з іншої сторони, ці ядра все ж нестабільні, вони є джерелом існування цілої групи ядер, які розташовані між U і Pb. Так, наприклад, ізотоп ^{235}U є родоначальником одного з чотирьох радіоактивних

родин. Хімічні елементи з $Z > 92$ були отримані лише штучним шляхом.

Процес поділу ізоотопів урану ^{238}U і ^{235}U під дією нейтронів викликає найбільшу зацікавленість, оскільки вони використовуються як паливо в ядерних реакторах. Природна суміш містить 99.3% ізоотопу урану ^{238}U і 0.7% ізоотопу ^{235}U . Два ізоотопи урану можна поділити нейтронами з різною енергією. Так, ^{238}U ділиться нейтронами з енергією $E_n > 1$ МеВ, ^{235}U ділиться під дією нейтронів будь-якої енергії. Як видно з табл. 1.1, вміст ізоотопу ^{235}U у природному урані складає лише 0.7%, а основним ізоотопом є уран-238.

Оскільки хімічні властивості цих ізоотопів абсолютно однакові, то для виділення урана-235 з природного урану необхідно здійснити достатньо складну процедуру розділення ізоотопів. Існує обмежене число фізичних та хімічних методів, що забезпечують розділення ізоотопів, а у випадку урану це має іншу назву – збагачення урану. У світі використовують лише п'ять надійних та комерційно підтверджених методів розділення ізоотопів важких металів, серед яких виділяють такі способи реалізації [12]:

– за допомогою газових центрифуг, що комерційно застосовуються у Європі країнами-партнерами європейської програми URENCO, тобто Великобританією, Голландією та Німеччиною. Цей метод також використовується Пакистаном і є домінуючим у ядерній енергетиці Росії;

– з використанням дифузії газу. Цей метод історично був заснований одним з перших для збагачення урану, а нині використовується в США та Франції;

– методом розпилювання з форсунок, який був розроблений в 70-90-х роках минулого століття в Німеччині, та використовувався в ядерних програмах ПАР;

– методом лазерної сепарації, розробленого в кінці 70-х років, але який не має комерційного застосування, оскільки не дозволяє наробляти значні кількості подільних матеріалів. По суті, він полягає у селективній іонізації та вилученню певних ізоотопів з газової суміші, що містять наприклад, ^{235}U та ^{239}Pu ;

– з використанням калюотрона – технологія, яка вважається застарілою, але широко вживаною і тепер. Проте цей метод також не дозволяє наробляти значні кількості подільних матеріалів.

В результаті вказаного розділення ізоотопів можна отримати високозбагачений уран, що містить понад 90% урану-235, який застосовується для виготовлення ядерної зброї.

Подільні ядерні матеріали можна отримати і хімічним шляхом, здійснюючи хімічну переробку відпрацьованого ядерного палива. Так добувають плутоній-239, який утворюється в результаті захоплення нейтрона ядром урану-238 і послідовному ланцюжку радіоактивних перетворень. Процес вказаних ядерних перетворень здійснюють в ядерних реакторах, що працюють на природному або слабо збагаченому урані.

Радіоактивні властивості ізоотопів U, Th, Ra в значній мірі пов'язані з їх походженням. Як зазначено вище, найбільш довгоживучі – ізоотопи урану і торію – 238 U, 235 U, 232 Th утворились у результаті первинного нуклеосинтезу разом з іншими важкими нуклідами і отримали назву

18. Medalia J. Terrorist "Dirty Bombs": A Brief Primer CRS Report for Congress. – Washington, 2004. – 16 p.

19. Щодо проблеми ядерного тероризму // Проблеми безпеки: особистості, суспільства, держави. – 2004. – №3. – С. 35-41.

20. Иванов В.И., Лысцов В.Н., Губин А.Т. Справочное руководство по микродозиметрии. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 182 с.

21. Петросьянц А.М. Атомная наука и техника – народному хазяйству. – М.: Энергоиздат, 1981. – 156 с.

22. Firestone R.B. and Ekstrmn L.P. WWW Table of Radioactive Isotopes. – 2004. – Version 2.1. – January // <http://ie.lbl.gov/toi/>.

23. Hoffman B., Claridge D. Illicit Trafficking in Nuclear Materials Conflict Studies (Research Institute for Study of Conflict and Terrorism). – Leamington, 1999. – 43 p.

24. Гусев Н.Г., Машкович В.П., Вербицкий Б.В. Радиоактивные изотопы как гамма-излучатели. – М.: Атомиздат, 1964. – 127 с.

25. Бибергаль А.В., Сеницын В.И., Лещинский Н.И. Изотопные гамма-установки. – М.: Атомиздат, 1960. – 141 с.

26. Safety of Radiation Sources and Security of Radioactive Materials (Proc. Int. Conf. Dijon, 1998). – Vienna: IAEA, 1999. – 67 p.

27. Bragin, V., Carlson, J., Leslie, R., "Categorization of nuclear material in the context of international safeguards". Proc. Int. Symp. – Bruges: SARDA, 2001. – 328 p.

28. Categorization of Radioactive Sources. IAEA Safety Standards. Series No. RS-G-1.9. – Vienna: IAEA, 2005. – 78 p.

29. Категоризация радиоактивных источников. – Вена: МАГАТЭ, 2006. – 57 с.

30. Kenton J. Moody, Ian D. Hutcheon, Patrick M. Grant. Nuclear Forensic Analysis. – N.Y.: CRC Publisher, 2005. – 512 p.

31. Біленчук П.Д., Гель А.П., Салтєвський М.В. Основи теорії криміналістики та криміналістична техніка. Курс лекцій. – Вінниця: Вінницька філія МАУП, 2000. – 208 с.

32. Лисиченко В.К. Криміналістические исследование вещественных доказательств методами основанными на применении радиационных изотопов / Автореф... канд. юрид. наук. – К.: КВШ УССР, 1960. – 43 с.

33. Лисиченко В.К., Циркаль В.В. Использование специальных знаний в следственной и судебной практике. – К.: Наука, 1987. – 264 с.

34. Safeguards Glossary. – Vienna: IAEA, 2002. – 78 p.

35. General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories. – Geneva, 1999. – 134 p.

36. Kristo M.J., Smith D.K., Niemeyer S., Dudder G.D., Model Action Plan for Nuclear Forensics and Nuclear Attribution, Rep. UCLR-TR-202675. – Livermore: Lawrence Livermore National Laboratory, 2004. – 52 p.

37. Радиационная медицина. Сб. статей / Под ред. А.И. Бурназяна. – М.: Атомиздат, 1968. – 384 с.

38. Методические принципы расчета уровней внешнего и внутреннего облучения населения, использованные при принятии оперативных решений /

ВИКОРИСТАНА І РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ядерная война приближается / Вечерние вести. – 2004. – № 012. – 28 января.
2. Nuclear legislation in Central and Eastern Europe and the NIS. – 2003 Overview. www.oecd.org.
3. Балюк Г.І. Ядерне право: Навчальний посібник. – К.: Юрінком, 1997. – 378 с.
4. D. Powers. Presentation by the International Criminal Police Organization / Security of Radioactive Sources: proceeding of a international conference held in Vienna, Austria, 10-13 March, 2003 / Organized by a International Atomic Energy Agency... [et. al.]. – Vienna: IAEA, 2003. – p. 19-21.
5. Биленчук П.Д., Перебитюк Н.В. Применение современных физических методов исследования для решения поисковых задач в криминалистической практике: Учебное пособие. – Киев: Украинская академия внутренних дел, 1993. – 75 с.
6. Kenton J. Moody, Ian D. Hutcheon, Patrick M. Grant. Nuclear Forensic Analysis. – N.Y.: CRC Publisher, 2005. – 512 p.
7. Экспериментальная ядерная физика: В 2-х т. – Т. 1. / Под ред. Э. Сегре. – М.: ИЛ, 1955. – Т. 5. – 648 с.
8. Хальперн И. Деление ядер. – М.: ГИФМЛ, 1962. – 154 с.
9. Ситенко О.Г., Тартаковський В.К. Теория ядра. – К.: Лебідь, 2000. – 607 с.
10. Недорезов В.Г., Ранюк Ю.Н. Фото деление ядер за гигантским резонансом. – К.: Наукова думка, 1989. – 188 с.
11. Физические величины. Справочник / Под ред. И.С. Григорьева, Е.З.Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1231 с.
12. Ek P., Hornkjøl S., Steen G., Salmints A., Report on Combating of Plicit Trafficking. Swedish Nuclear Power Inspectorate. – Stockholm, 13 January 2000. – 158 p.
13. O'Neill Kevin. The Nuclear Terrorist Threat. – New York: ISIS Press, 1997. – 50 p.
14. Действие ядерного оружия. – М.: Воениздат, 1965. – 137 с.
15. Зельдович Я.Б., Харитон Ю.Б. Ядерное оружие СССР: пришло из Америки или создано самостоятельно? Успехи физических наук. – М.: Атомиздат, 1983. – 513 с.
16. Sutcliffe W. Utility and Reactor Grade Plutonium for Weapons Briefing Slides delivered at PRIF Workshop „The Cutoff Convention, Interests, Scope, Verification, Problems”. – Bonn, 1996. – 225 p.
17. Папизук В.Н. Ядерный терроризм // Матеріали 1-го Міжнародного форуму „Фізична ядерна безпека”. – Київ, 23-26 листопада 2005 р. http://lexltd.com.ua/forum_2005_programma_3.html

«первинних». Їх періоди напіврозпаду співрозмірні з часом існування Землі, тому вони дожили до нашого часу. Вони є достатньо розповсюджені. Кларк (концентрація у земній корі) ^{232}Th складає 13 г/т, а ^{238}U – 2,5 г/т, що перевищує кларки багатьох широко відомих мікроелементів. Всі інші досліджені ізотопи радіоактивних елементів U, Th, Ra є продуктами розпаду первинних ізотопів урану і торію і входять у відповідні ряди розпаду. Так, велика кількість ядер з масовими числами $A = 209-234$ утворилася завдяки ізотопу ^{235}U внаслідок ланцюжку α -, або β - розпадів. Тобто, для кожної радіоактивної родини масове число при послідовному розпаді або не змінюється, або змінюється на чотири одиниці.

Радіоактивні ізотопи більш важких хімічних елементів із зарядовим числом $Z > 92$ були отримані штучним шляхом, як правило, в невеликих кількостях і вони не мають широкого практичного застосування. Так, хімічні елементи з $Z = 95 - 98$ вперше були отримані в результаті опромінення трансуранових мішеней α -частинками, а речовини, атомний номер яких $Z = 93, 94$ були отримані в результаті опромінення ^{238}U нейтронами. В результаті випромінювання з ядра електрона (β - розпад) ізотоп ^{239}U переходить у ізотоп нептунія ^{239}Np ($Z = 93$), який потім, зазнаючи таких самих перетворень, утворює ізотоп плутонія ^{239}Pu ($Z = 94$). Хімічні елементи кюрій і америцій були синтезовані подібним чином ще у 1944 р. Елементи ж з атомними номерами $Z = 97, 98$ були одержані в результаті поділу ізотопів важких металів ^{241}Am та ^{242}Cm α - частинками. Перші штучні трансуранові елементи були одержані в результаті опромінення ^{238}U нейтронами, що дало можливість одержати достатньо великі кількості ізотопу ^{239}Pu .

Використання ядерних реакторів з великою щільністю потоку нейтронів дає можливість отримати трансуранові елементи шляхом послідовного захоплення ядром декількох нейтронів. Опромінення ^{238}U різними пучками важких іонів (гелій, вуглець, ізотопи кисню) призвело до відкриття великої кількості ізотопів із зарядовими числами ядер $Z = 95-100$. Перші ж трансуранові елементи (ізотопи $Z = 96 - 100$) були отримані опроміненням α -частинками більш важких мішеней, ніж ^{238}U , а саме, таких як плутоній, кюрій, ейнштейній. Наступний етап в одержанні важких радіоактивних ядер пов'язаний з використанням пучків швидких іонів, які важчі, ніж вуглець, азот і кисень. Це дало можливість повернутися до використання більш доступних мішеней із стабільних ізотопів свинцю і вісмуту.

1.2. Характеристики біологічних ризиків та санітарно-нормативні регламенти радіаційно-небезпечних робіт

Роль даного розділу – огляд основ медико-санітарної бази щодо легальної діяльності з ДІВ, тобто, санітарних нормативів та правил, системи принципів, критеріїв, виконання яких є обов'язковою нормою в Україні для забезпечення протирадіаційного захисту людини та радіаційної безпеки при роботі з ними. Як вказано вище, термін ДІВ розширює клас об'єктів, що є випромінювачами ядерних частинок від радіоактивних (ядерних) матеріалів до технічних

пристроїв, що генерують іонізуюче випромінювання: прискорювачі ядерних частинок, рентгенівські, дефектоскопічні пристрої тощо. Радіаційна безпека забезпечується основними санітарними правилами і поширюється на всі види виробничої діяльності, оперативної-розшукової роботи, а також на всі ситуації втручання при наявності загрози радіоактивного опромінювання та її протидії. Предметом дослідження є також біологічна дія радіації, а також ознайомлення з її кількісними характеристиками, одиницями вимірювання. Це є важливим не лише для експертної оцінки ступеня загрози, чи завданої шкоди в умовах ядерної злочинності, але і для розробки регламентів роботи оперативних служб з метою її протидії.

1.2.1. Біологічна дія радіаційного випромінювання

Високоенергетичне ядерне випромінювання є шкідливим для організму людини. Передача енергії радіації клітинам організму людини викликає порушення обміну речовин, інфекційні захворювання, лейкоз та злоякісні пухлини, променеві захворювання такі, як опік, катаракту, стерилізацію [37]. Наслідки більш шкідливі для молодих клітин організму, що зазнають інтенсивного поділу, тому для дітей опромінювання є більш шкідливим, ніж для дорослих. Патогенна дія різних типів ядерних випромінювань однакова і при взаємодії з речовиною, здатна викликати збудження та іонізацію її атомів та молекул. Розуміння механізмів біологічної дії ядерних частинок є важливою для розробки стратегії захисту населення, спецперсоналу під час загрози радіаційного забруднення.

Результат патогенної дії різних видів променевої енергії залежить не лише від проникаючої здатності ядерного випромінювання, а також від того, чи є воно зовнішнім, чи внутрішнім по відношенню до організму людини [38]. Як вказано вище, жорстке рентгенівське, γ - випромінювання та нейтрони мають дуже велику проникаючу здатність. В цьому разі навіть зовнішнє опромінення людини викликає загальне променеве захворювання.

Проникаюча здатність м'якого рентгенівського, α - та β - випромінювання дуже мала, проте їх іонізуюча дія є досить значною. Вона переважно викликає пошкодження шкіри, або ж при внутрішньому опроміненні призводить до виникнення променевої хвороби.

Біологічна дія радіаційного опромінювання визначається поглинутою дозою, характером випромінювання, тривалістю періоду напіврозпаду та швидкістю виведення радіоактивних речовин. За інших рівних умов більш шкідливі ті радіоактивні речовини, які нагромаджуються в організмі, наприклад, в кістках (стронцій, плутоній, радій). При розгляді різних видів іонізуючого випромінювання необхідно особливо зупинитися на дії нейтронів, вплив яких на організм достатньо складний. Так, дія нейтронів на біологічні структури призводить не лише до їх фрагментації, розпаду, утворення вільних радикалів, але і до утворення радіоактивних ізотопів, які спричиняють так звану наведену активність, яка пошкоджує імунні бар'єри організму на протязі тривалого часу. Радіоактивні речовини, які утворилися в організмі внаслідок наведеної радіації при опромінюванні його нейтронами, не являють собою небезпеки для оточуючих осіб, а доля наведеної активності

8. При виборі методів дослідження рішення експертної команди в першу чергу має базуватися на досягненні кінцевої мети дослідження щодо того, чи є вилучені об'єкти ядерні (неядерні) матеріали, яка їх ступінь суспільної загрози, хто виробник, посередник, перевізник? Така постановка завдання підпорядковує тактику судового експерта: вибір кількості матеріалу, що досліджується, часова та апаратурна послідовність дослідження;

9. Для судової експертизи потрібно створити національну базу даних (банк) для систематизації радіоактивних матеріалів, вилучених з незаконного обігу, а також за характеристиками легального виробника чи експлуатаційника. Така база даних буде містити всю інформацію про особливості та технології виготовлення чи використання радіоактивних матеріалів в різні часи на різних підприємствах;

10. Сформульовано перелік базових питань для судової експертизи радіоактивних матеріалів;

11. Досліджено ідентифікаційні можливості інтегральних та диференціальних ядерно-фізичні методик. Базовими параметрами для ідентифікації мають стати їх спектри ядерного випромінювання ДІВ, їх особливості та характеристичні ознаки;

12. Досліджена можливість та інформаційна цінність ідентифікації радіонуклідів за спектрами спонтанного та стимульованого ядерного випромінювання. Показана перспективність методу ядерної γ - спектроскопії для судової експертизи радіоактивних матеріалів;

13. Судова експертиза має враховувати сучасні напрацювання щодо категоризації радіоактивних матеріалів як небезпечних джерел;

14. Перспективи криміналістичних досліджень злочинів, предметом яких є ядерні та радіоактивні матеріали пов'язані зі створенням мережі ЯСЛ, предметом експертного дослідження яких є встановлення для судового процесу елементів ядерної атрибутики вилучених радіоактивних зразків: їх природи, виробника, шляхів транспортування тощо.

15. Ядерне судове дослідження має базуватися на моделі плану дій, рекомендованих МАГАТЕ, який включає часову та функціональну послідовність проведення заходів. Це, зокрема, блокування місця ядерного інциденту, встановлення категоризації ДІВ, перевірка наявності прихованої вибухівки, забезпечення збереження доказових матеріалів та їх дослідження традиційними методами судової експертизи, поглиблений аналіз ДІВ у процесуально визначений термін, використання бази даних та допомоги МАГАТЕ, розгляд справи національним судом, утилізація вилучених ДІВ, згідно національного законодавства.

16. Існує потреба у розробці нормативно-методичної бази щодо безпеки правоохоронних органів при проведенні процесуальних заходів та на етапі судової експертизи досліджень злочинів, предметом яких є ядерні та радіоактивні матеріали.

ВИСНОВКИ, ПРОПОЗИЦІЇ, РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проведені дослідження дозволяють охарактеризувати сутність аналізованої проблеми і висвітлити ряд висновків, пропозицій і рекомендацій.

1. Досліджено ступінь достатності процесуальних положень законодавства України, які визначають поведінку та повноваження учасників кримінального судочинства при розкритті та розслідуванні злочинів, предметом яких є ядерні та радіоактивні матеріали.

2. На сучасному етапі, за відсутності спеціалізованих ядерних судових лабораторій, проведення слідчих дій у справах ядерної злочинності потребує присутності спеціаліста, що має спеціальні знання в галузі ядерної фізики. Залучення таких спеціалістів є важливим елементом забезпечення дотримання нормативних та медико-санітарних вимог при поводженні з ДІВ учасників слідчих дій.

3. Наявні законодавчі, особливо, підзаконні документи не відповідають умовам сьогодення в частині визначення ролі та місця місцевих органів державної влади при розслідуванні злочинів, предметом яких є радіоактивні матеріали. Зокрема, на вказані органи покладено функцію не лише усунення негативних наслідків перебування радіоактивних матеріалів у незаконному обігу, але і в організації огляду місця події, що суперечить чинному кримінально-процесуальному законодавству.

4. Внаслідок обмеженого територіального представництва Державного об'єднання «Радон» тимчасове зберігання вилучених ДІВ може бути в атестованих сховищах радіоактивних речовин, наприклад, системи Національної академії наук, чи Міністерства освіти України. Створення державної мережі регіональних сховищ може зменшити загрозу радіоактивного опромінення населення, забруднення місцевості при транспортуванні, збереженні ДІВ та сприятиме розкриттю справи по гарячих слідах.

5. Особливий характер ядерної злочинності, потребує введення в практику криміналістичного дослідження нових ядерно-фізичних методик на досудовому слідстві.

6. Має особливість судова експертиза радіоактивних матеріалів, зокрема, щодо встановлення категорії радіоактивних матеріалів. Окрім традиційного завдання по встановленню їх хімічного складу, фізичного стану новими завданнями є визначення ізотопного складу, та виду ядерного випромінювання, встановлення, чи є дана речовина закритим, чи відкритим ДІВ;

7. Криміналістичні характеристики ДІВ за критеріями родової, групової належності при розслідуванні випадків ядерної злочинності мають враховувати природу радіоактивних матеріалів, ідентифікація яких потребує застосування ядерно-фізичних методик;

становить лише до 1% загальної іонізації організму.

Розуміння особливостей біологічної дії факторів α -, β -, γ - випромінювання виходить з характеру розподілу радіаційної енергії, що виділяється в організмі людини. Сучасні уявлення ґрунтуються на припущенні про рівномірну втрату енергії ядерної частинки в біологічних об'єктах {лінійна передача енергії} [39]. Пробіг ядерної частинки залежить від її сорту та енергії. Чим коротший її шлях в речовині, тим більша густина іонізації та, відповідно, сильніша біологічна дія. Так, найменшу щільність іонізації створюють β - частинки та γ - кванти, тому біологічний ефект від їх дії приймається за одиницю. Біологічна активність α - частинок, швидких нейтронів приймається рівною 10, внаслідок утворення сфер, які містять атоми речовини, а іонізація тканини здійснюється протонами віддачі [40]. Такий самий ефект від дії на тканину теплових нейтронів оцінюється коефіцієнтом ~ 1.5 , а іонізацію в ній здійснюють протони, які випромінюються ядрами азоту, а також γ - випромінювання атомів водню.

Тому, при однаковій кількості поглинутої енергії біологічний ефект від дії різних типів ядерних частинок є різним, що враховується введенням спеціального параметра – коефіцієнта відносної біологічної ефективності, або в редакції [41] – радіаційного фактору w_R . Біологічні ефекти при дії різних типів ядерного випромінювання будуть однаковими, коли за інших рівних умов доза від α - частинок, які розповсюджуються зі швидкістю в 10 разів, а теплових нейтронів – в 1.5 рази менша дози від β - частинок та γ - випромінювання.

Різні органи людського організму мають різну чутливість до опромінення, що також враховується введенням спеціального параметра, – тканинного фактору w_T , що характеризує шкоду при опроміненні даного органу порівняно зі шкодою при рівному опроміненні всього тіла (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Значення тканинного фактору w_T , що характеризує чутливість органів людини до радіаційного опромінювання [41].

№ з/п	Назва органа людини	Значення фактора w_T
1.	Статеві залози	0.75
2.	Молочні залози	0.15
3.	Червоний кістковий мозок	0.12
4.	Щитовидна залоза	0.03
5.	Інші органи	0.30
6.	Все тіло	1.00

Для врахування біологічної ефективності ядерного випромінювання історично вперше була введена спеціальна одиниця біологічної дози – біологічний еквівалент рентгена (бер). За 1 бер приймається така доза

ядерного випромінювання будь-якої природи, яка викликає такий самий біологічний ефект як і доза в 1 Зв рентгенівського, чи γ - випромінювання.

Результати досліджень показали, що біологічна дія радіації залежать від ряду факторів: а) отриманої дози опромінення; б) реактивності організму; в) часу опромінення; г) розмірів опромінюючої поверхні та її локалізації.

Хоча сучасна радіобіологія базується на тезі про пропорційну (лінійну) залежність патогенних пошкоджень організму від поглинутої дози опромінення, дослідження вказують на широкі межі індивідуальної чутливості біоорганізмів на променеве опромінювання [42]. Тяжкість та наслідки наглядних клінічних явищ не завжди знаходяться у прямій залежності від отриманої дози; багато що визначається станом організму. Молоді, а також вагітні особи, більш чутливі до іонізуючого випромінювання, старі ж – менш резистентні у зв'язку з послабленням процесів відновлення.

Біологічно-активна дія ядерної радіації визначається не лише поглинутою дозою, але часом та способом опромінювання, особливістю процесу відновлення організму. І хоча немає остаточних даних про роль інтенсивності (потужності) опромінювання, вважається, що при короткочасному впливі радіації на організм людини, ступінь пошкодженої дії зменшується. Довге або дрібне (фракціоноване) опромінення також зменшує ймовірність летальних випадків.

Протікання променевої хвороби в більшій мірі залежить від площі поверхні тіла, що опромінюється. Так, при загальному опроміненні людини дозою в 5 Гр виникає тяжка форма захворювання, що часто призводить до смерті, а при опроміненні ділянки тіла розміром 3-5 см² симптомів загального променевого захворювання можна і не виявити. Розвиток гострої променевої хвороби можна поділити на такі періоди [43]:

- первинної реакції, яка настає відразу після опромінення;
- прихований, що розвивається протягом 4-7 діб і характеризується змінами показників периферійної крові;
- виражених клінічних проявів;
- відновлення.

Тривалість цих періодів в основному залежить від опромінення: чим більша поглинута доза, тим скоріше протікають процеси. Смертельні наслідки настають в період виражених клінічних проявів. Через 20-30 діб після опромінювання організму починається період відновлення порушених функцій, проте повне відновлення настає далеко не завжди, часто виникає хронічний прояв віддалених наслідків перенесеного опромінення. Зовнішньо це проявляється в старінні організму. Після перенесеної тяжкої форми променевої хвороби протягом довгого часу зберігаються зміни в нервовій системі, периферійній крові та кістковому мозку.

Біологічний вплив іонізуючого випромінювання на організм людини, згідно сучасних уявлень, проявляється у вигляді детермінованих та стохастичних закономірностей [44].

Детерміновані закономірності при променевих ураженнях органів та тканин проявляються внаслідок достовірного причинно-наслідкового зв'язку

Хімічний аналіз		Мас-спектроскопія зразків, пробірковий аналіз	Хроматографічна мас-спектроскопія
-----------------	--	---	-----------------------------------

Спеціалісти-ядерники, які мають доступ до ядерної інформації в одній державі, не мають такого доступу в інших державах.

З іншого боку, для успіху ЯСЕ потрібний швидкий доступ до баз даних про випадки ядерної злочинності, особливості технологій промислового виробництва ДІВ, даних про якість сировини, її модифікацію при технологічному циклу тощо. Взаємодія між ЯСЛ у специфічних справах покращує якість отриманої інформації від аналізу матеріалів та інтерпретацію їх результатів. Обмін інформацією між ЯСЛ різних країн дозволяє поглиблювати можливості кожної лабораторії для отримання нової інформації. Взаємозв'язок ядерних судових лабораторій дозволяє пильно спостерігати за процесом ядерної судової інтерпретації. Навіть обмін інформацією про деякі деталі ядерного інциденту, аналітичні особливості вилученого радіоактивного матеріалу та доступ до баз даних є важливим елементом у системі боротьби з ядерною злочинністю.

Вищесказане свідчить про важливість міжнародної взаємодії в такій категорії справ.

Література

1. *Маслюк О.В.* Перспективи транскордонного співробітництва для протидії ядерній злочинності: юридична та технічна складові / О.В. Маслюк // Проблеми європейської інтеграції та транскордонного співробітництва: зб. наук. Праць за матеріалами між нар. наук.-практ. конф., 29-30 вересня 2005 р. / М-во освіти і науки України. – Луцьк: РРВ „Вежа”: Волинський держ. ун-т ім. Лесі Українки, 2005. – С. 106-112.

2. *Маслюк О.В.* Проблеми сучасного стану боротьби з незаконним поширенням радіоактивних матеріалів в Україні // Актуальні проблеми політики. Одеса, ОНЮА. – 2004. – Вип. № 20. – СЧ. 228-235.

3. *Біленчук П.Д., Кофанов А.В., Кобилянський О.Л., Маслюк О.В.* Ядерна злочинність: поняття, сутність, класифікація, характеристика, шляхи запобігання, протидії, розслідування. – Монографія / За ред. П.Д. Біленчука. – Київ: ННІПСК КНУВС, 2009. – 88 с. – (Серія „Міжнародна і вітчизняна злочинність”).

наприклад, ідентифікаційні дані про його маркування матеріалу та розміру можуть бути ключем для визначення специфіки та дати виробництва.

Інколи результати аналізів можуть забезпечити достовірність експертизи, коли поєднуються дані декількох таких досліджень. У деяких випадках бажане їх дослідження різними способами.

9.2.9. Послідовність використання технічних прийомів та методів експертизи

Особливістю ЯСЕ є необхідність дотримання часових регламентів проведення експертних досліджень, що обумовлено можливістю нанесення радіоактивними матеріалами шкоди здоров'ю людей та навколишньому середовищу, а, також, у разі короткоживучих ДІВ – спотворення доказової бази. В таблиці 9.1 представлена часова послідовність різного роду експертних досліджень та використання технічних засобів, рекомендована МАГАТЕ. Вона була отримана в результаті складної процедури узгоджень та обґрунтувань експертними спеціалістами та фахівцями-ядерниками різних країн.

9.2.10. Конфіденційність та відкритість результатів дослідження

На перший погляд інформація про основні принципи діяльності ядерно-фізичних пристроїв, а в тому числі і енергетичних реакторів, є загальнодоступною, її можна знайти в розділі технічної літератури в Інтернеті. Багато таких даних міститься на офіційному сайті МАГАТЕ. Однак, практична діяльність з ДІВ у всіх країнах відноситься до сфер обмеженого доступу. Існують державні та комерційні заборони про поширення даних про know-how основних технологічних циклів приготування ядерного палива, ДІВ, маркування, умов збереження та графіків транспортування. Комерційні структури бажать мати монополію на інформацію про ядерні дослідження, в яких вони брали участь.

Таблиця 9.1

Рекомендована часова послідовність застосування лабораторної техніки та методик [163, 27]

Технічні засоби/час	24 години	Один тиждень	Два місяці
Радіологічні методи	Оцінка виду (α , β , γ , n) та інтенсивності випромінювання, характер забруднення		
Загальні фізичні	Загальний огляд, радіо-фотографія. Вага, розмір, густина. Оптична мікроскопія.	Мікроелементний аналіз, аналіз стану поверхні	Мікроелементний аналіз, аналіз стану поверхні
Традиційна експертиза	Відбитки пальців, тканини, волокна, ДНК, тощо		
Ізотопний аналіз	Ядерна γ - та α -спектроскопія	Мас-спектроскопія зразків	Радіохімічне розділення

між опроміненням та захворюванням. Вони проявляються тільки при перевищенні певної дози опромінювання (поріг дози) організму. Тяжкість захворювання залежить від величини отриманої дози (гостра променева хвороба, променеві опіки та ін.). При дуже великих поглинутих дозах (50-1000 Гр) смерть настає в процесі опромінення і обумовлена численними крововиливами у внутрішніх органах, паралічем центральної нервової системи, значними біохімічними та фізико-хімічними змінами в організмі [45].

Стохастичні ефекти засвідчують той факт, що імовірність біологічних проявів існує при будь-яких дозах іонізуючого випромінювання і зростає із збільшенням дози, тоді як відносна тяжкість їх проявів від дози не залежить. Із стохастичними ефектами пов'язують високу імовірність утворення злочинок новоутворень (соматичні стохастичні ефекти) та генетичних наслідків, які передаються нащадкам (спадкові ефекти) при малих дозах опромінення організму людини [46].

1.2.2. Одиниці вимірювання фізичної та біологічної дії радіації

Характеристики активностей радіоактивних речовин, ядерного випромінювання та його дію на речовину вимірюють спеціальними одиницями як системними (нормативними, регламентними), так і позасистемними [47]. Їх знання є важливим для оцінки заподіяної шкоди при радіаційно-небезпечній діяльності, розробки заходів по мінімізації її наслідків та встановленню об'єму матеріального відшкодування.

Так, мірою *радіоактивності* є так звана активність (потужність) джерела іонізуючого випромінювання (радіоактивна речовина, генеруючий пристрій), яка в системі СІ вимірюється в бекерелях (Бк). 1 Бк відповідає розпаду 1-го ядра в секунду, що супроводжується вильотом елементарної ядерної частинки. На практиці використовують поняття питомих активностей: активність, що припадає на одиницю маси (масова питома активність, Бк/кг), об'єму (об'ємна питома активність, Бк/м³) або поверхні (поверхнева питома активність, Бк/м²). Також використовують позасистемну одиницю активності кюри (Ки), причому 1 Ки = 3,7Ч10¹⁰Бк, тобто, 1 Бк приблизно дорівнює 0,027 нКи.

Як еталон радіоактивного джерела розглядають точкове джерело, створене ізотопом ¹³⁷Cs активністю 1 Ки [48]. Зауважимо, що *одиниці радіоактивності* використовують для характеристики ступеня радіоактивного забруднення території, водоймищ та інше. Цими величинами характеризують якість відкритих джерел іонізуючого випромінювання, поверхневе забруднення тощо.

Інші одиниці характеризують іонізуючу здатність ядерного випромінювання в повітрі та речовині (тілі людини). Як вказувалося вище, біологічна дія радіації залежить не лише від поглинутої дози, але і від сорту ядерних частинок, часу опромінювання та органу людини, що зазнає опромінювання. Біологічну дію на організм здійснює лише та частина енергії ядерного випромінювання, яка поглинається речовиною, тому основною кількісною характеристикою дії радіації на речовину є поглинута доза

випромінювання. Коли невідомим є об'ємний розподіл дози, – використовують його середнє значення, або ж величину всієї поглинутої енергії випромінювання в організмі людини, яку називають інтегральною поглинутою дозою [49].

Одиницею поглинутої дози D_T в міжнародній системі СІ є грей (Гр), що визначається як відношення поглинутої енергії випромінювання до маси речовини, $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ [50]. Міжнародні радіаційні стандарти містять термін керма, що має аналогічний зміст: відношення суми первинних кінетичних енергій усіх заряджених частинок, утворених під не безпосередньою дією іонізуючого випромінювання в елементарному об'ємі до маси речовини в цьому об'ємі. Одиницею вимірювання керми також є грей. Часто користуються позасистемною одиницею – рад (р), яка дорівнює $1/100 \text{ Гр}$.

У повітрі іонізуючу дію радіації характеризують експозиційною дозою, яка часто вимірюється в позасистемних одиницях рентген (Р). Згідно визначення, при дозі в 1 Р в об'ємі повітря утворюється таке число позитивно та негативно заряджених іонів, які, в перерахунку на масу повітря, дають величину $2,579 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$. Оскільки рентген є досить великою величиною, на практиці зручно користуватися мільйонною (мкР), чи тисячною (мР) долями рентгена. Як правило, дозиметри вимірюють потужність експозиційної дози, тобто іонізацію за одиницю часу. Одиницею виміру є Р/год.

Для оцінки дії радіації на організм людини використовують поняття еквівалентної (H_T) та ефективної (E) доза, одиницею яких в системі СІ є зіверт (Зв). Позасистемна одиниця – бер, $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$. Еквівалентна доза в органі або тканині визначається як добуток поглиненої дози D_T в окремому органі або тканині T на радіаційний зважувачий фактор w_R , який, як вказувалося вище, характеризує біологічний ефект від дії різних типів ядерного випромінювання:

$$H_T = D_T w_R$$

Ефективна доза знаходиться у вигляді суми добутоків еквівалентних доз H_T в окремих органах і тканинах на відповідні тканинні зважувачі фактори w_T , які враховують різну чутливість до опромінення органів людського організму [51]:

$$E = \sum H_T w_T$$

Застосовують також поняття колективна еквівалентна доза, що має зміст суми індивідуальних еквівалентних доз опромінення певної групи населення за певний період часу. Вона визначається як сума добутоків середньогрупових еквівалентних доз на кількість осіб у відповідних групах, що утворюють колектив, для якого вона розраховується, і вимірюється у одиницях людино-зіверт (люд.-Зв). Колективна ефективна доза – сума індивідуальних ефективних доз опромінення в конкретній групі населення за певний період часу.

Для зручності, розглянуті вище одиниці зведено у таблицю 1.3

також бути забезпечений фізичний захист радіоактивних доказів та їх належний облік.

Персонал ядерних судово-експертних лабораторій повинен мати відповідні знання для проведення різних видів судових досліджень від характеристики радіоактивних доказів до ядерної судової інтерпретації.

Рекомендується створення команди управлінців ядерних судових експертиз, до якої повинні входити персонал лабораторії, представники правоохоронних органів та представники держави. Якщо відповідні дослідження проводяться в міжнародних лабораторіях, до даної команди залучаються відповідні спеціалісти МАГАТЕ.

Перед початком роботи необхідно розробити відповідний план дій, який має не допустити витоку радіоактивного забруднення при дослідженні та опроміненні інших доказів. Рекомендується провести в лабораторії ще одну категоризацію ДІВ з метою точного з'ясування кількості та складу радіоактивних речовин, перевірки правильності категоризації, яка була проведена на місці події.

9.2.8. Ядерний судовий аналіз

Проведення судового аналізу вилучених ДІВ суттєво відрізняється від традиційних досліджень тим, що в даному разі не існує усталена процедура досліджень. Такі дослідження мають характер ітерацій, коли результати одного дослідження використовуються для вибору схеми інших аналізів. Речові докази не можуть бути представлені у судовому провадженні, оскільки вони є небезпечними. Багато методів ядерно-фізичних досліджень є деструктивними, що вимагає оптимізувати послідовність досліджень для невеликих кількостей речових доказів.

Говорячи про технічну базу ЯСЕ можна поділити її на три загальні категорії: методи аналізу об'ємних зразків, методи візуального спостереження та методи мікроелементного аналізу.

Перші з них дають характеристику хімічного та ізотопного складу вилученого доказу як цілісного об'єкта. Наявність в ньому хімічних домішок, чи певного типу мікроелементів є важливим для встановлення технології виготовлення, часу після процесу збагачення, а також, чи був матеріал під опроміненням.

Візуальні методи важливі для встановлення фізичного стану, дисперсності, гомогенності доказового матеріалу як цілісного об'єкту. Таке дослідження може встановити стан обробки поверхні зразку, наявність текстури, характер просторових особливостей тощо.

І, нарешті, мікроелементний аналіз дає інформацію про мікрівміст домішок (склад, кількість, співвідношення), підтверджує чи спростовує дані про неоднорідність матеріалу. Він також є важливим для діагностики слідових особливостей поверхні, пошарового розподілу хімічного складу та мікродомішок. Деякі результати спеціальних досліджень ДІВ, такі як ізотопний аналіз, можуть дати лише загальну інформацію про належність матеріалу до певного класу радіоактивних, чи ядерних матеріалів, способів його прямого застосування та країни, звідки він походить. Інші результати,

9.2.5. Кінцева стадія огляду та забезпечення безпеки місця події

Група, яка здійснює дослідження місця події із присутністю радіоактивних речовин, повинна провести кінцевий огляд, перш ніж передати його органу місцевої влади. В кінцевому огляді повинна бути ще раз оглянута місцевість на предмет виявлення інших непомічених доказів. Фотограф повинен сфотографувати кінцевий вигляд місця події. Всі речові докази мають бути перераховані, перш ніж покинути місце події. Група повинна зібрати все обладнання, яке використовувалося при огляді місця події. Після виконання всіх вищезазначених дій керівник приймає рішення про звільнення місця події та передачі його органам влади. Дана процедура повинна бути офіційно задокументована із зазначенням місця, часу передачі та установи яка її прийняла.

9.2.6. Транспортування та збереження радіоактивних доказів

При транспортуванні радіоактивних речових доказів керівник вживає всіх необхідних заходів для забезпечення їх безпеки та недопущення зараження оточуючого середовища. Необхідно використовувати призначені для цього спеціальні контейнери. При транспортуванні повинні дотримуватися правові та інші вимоги. В особливих випадках можлива допомога МАГАТЕ у забезпеченні перевезення радіоактивних відходів.

Тимчасове зберігання радіоактивних доказів має бути в ліцензованих сховищах радіоактивних речовин, які мають, наприклад, ядерно-фізичні підрозділи системи НАН України, профільні промислові, медичні заклади з методиками радіоізотопної діагностики та променевої терапії. Вони повинні мати необхідні засоби для забезпечення безпеки речових доказів та обладнанням для захисту від радіаційного опромінення.

9.2.7. Лабораторне ядерне судове дослідження зібраних зразків та їх оформлення

Зазвичай, традиційні докази направляються у звичайні судово-експертні лабораторії, а вилучені ДІВ мають направлятися в ядерні судові лабораторії. Але на практиці ці два види доказів бувають змішані між собою, тому рекомендується надсилання цих доказів одразу в ядерні судові лабораторії. Останні можуть ефективно відокремити звичайні докази від радіоактивних для подальшої їх передачі на традиційне дослідження.

Згідно поставлених завдань, ядерними судово-експертними лабораторіями є установи, ліцензовані для проведення ядерно-фізичних досліджень, забезпечені кваліфікованим персоналом, відповідним обладнанням та спеціальними приміщеннями для збереження та дослідження радіоактивних доказів. На них покладається обов'язок проводити ідентифікацію радіоактивного матеріалу або його характеристизацію в об'ємі, описаному вище. Такі лабораторії мають забезпечувати стандарти безпеки навколишнього середовища, забезпечувати збереження здоров'я населення, відповідні умови для зберігання радіоактивних матеріалів та відходів. Має

Систематизовані дані про системні та позасистемні одиниці фізичної та біологічної дії радіації та зв'язок між ними

Основні поняття	Позасистемні одиниці	Одиниці виміру в системі СІ
Активність радіоактивного матеріалу	Кюрі (Ку) 1 Ку = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк	Бекерель (Бк) 1 Бк = $2,7 \cdot 10^{-11}$ Ку
Експозиційна доза	Рентген (р) 1 р = $2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг	Кулон/кг (кЛ/кг) 1 кЛ/кг = $3,86 \cdot 10^3$ р
Поглинута доза	Рад (рад) 1 рад = 0,01 Гр	Грей (Гр) 1 Гр = 100 рад
Еквівалентна та ефективна доза	Бер (бер) 1 бер = 0,01 зв 1 бер = 1 рад * w_R	Зиверт (зв) 1 зв = 100 бер 1 зв = 1 Гр * w_R
Потужність експозиційної дози	Рентген/секунду (р/с) 1 р/с = $2,58 \cdot 10^{-4}$ А/кг	Ампер/кг (А/кг) 1 А/кг = $3,86 \cdot 10^3$ р/с
Потужність поглинутої дози	Рад/секунду (рад/с) 1 рад/с = 0,01 Гр/с	Грей/секунду (Гр/с) 1 Гр/с = 100 рад/с
Потужність ефективної дози	Бер/годину (бер/год) 1 бер/год = 36 зв/с * к	Зиверт/секунду (зв/с) 1 зв/с = 0,277 бер/год

1.2.3. Поняття про нормативні та медико-санітарні обмеження при поводженні з джерелами іонізуючого випромінювання

Основи дозвільної діяльності з ДІВ регулюються Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ) [52], які містять систему принципів, критеріїв, нормативів та правил, виконання яких є обов'язковою нормою в політиці держави щодо забезпечення протирадіаційного захисту людини. На їх основі розроблено «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» (ОСПУ) [53], які містять основні радіаційно-гігієнічні регламенти і положення щодо захисту від ДІВ. Цей документ є важливим і для визначення регламентів діяльності правоохоронних органів щодо протидії ядерній злочинності та розробки криміналістичних оцінок її суспільної загрози. Вони є базовими і обов'язковими для виконання всіма юридичними та фізичними особами, які проводять практичну діяльність з ДІВ. Їх призначення – забезпечення захист людини та навколишнього середовища від можливої шкоди, а також безпечної експлуатації ДІВ.

Вказана регульована діяльність полягає у введенні санітарно-гігієнічних регламентів, які обмежують біологічний вплив іонізуючого випромінювання на організм людини, що, як показано нами вище, спричиняє виникнення ряду захворювань. Розглянуті раніше поняття про детерміновані та стохастичні закономірності виникнення звичайних та специфічних захворювань, ініційованих ядерним опромінюванням відображені у державних нормативних документах щодо захисту від ДІВ.

Згідно [52], норми радіаційної безпеки України встановлюють два підходи до забезпечення протирадіаційного захисту практичної діяльності працівників (персоналу), задіяних в експлуатації (обслуговування,

використання) індустріальних, науково-дослідних та медичних ДІВ, при втручанні, що пов'язано з опромінюванням в умовах аварійного опромінення, а також при хронічному опромінюванні за рахунок техногенно-підсиленних джерел природного походження.

В роботі [53] така практична діяльність людей розглядається з точки зору використання ДІВ для досягнення матеріальної чи іншої користі, причому, наперед вважається, що така діяльність пов'язана з ризиком збільшення дози опромінювання людини (або ймовірності такого опромінення), і кількості людей, які при цьому опромінюються.

Інша сфера можливого ядерного опромінення людей класифікується у [52] як втручання, що об'єднує всі інші сфери людської діяльності, не пов'язані з регламентною практичною роботою з ДІВ. Згідно [52], це – діяльність, яка спрямована на зниження та відвернення неконтрольованого та непередбачуваного ядерного опромінення (або імовірності опромінення) в ряді ситуацій типу аварійної чи при хронічному опроміненні від техногенно підсиленних джерел природного походження. Нормативний документ вводить також термін *тимчасове опромінення*, характеристики та спосіб юридичного застосування якого додатково мають бути визначені регулюючими органами.

Встановлення даної категорії осіб потребує особливої уваги, оскільки у сферу їх роботи попадає і діяльність, що стосується різних аспектів ядерної злочинності як жертв, виконавців, а також працівників правоохоронних органів. Зауважимо, що вказані документи не містять спеціальні рекомендації щодо забезпечення безпеки правоохоронних органів при виконанні завдань по протидії ядерній злочинності з ризиками ядерного опромінення співробітників оперативних чи слідчо-криміналістичних підрозділів.

Радіаційна безпека та протирадіаційний захист в цих ситуаціях ґрунтуються на таких основних принципах, рекомендованих МАГАТЕ [54]:

– *принцип виправданості*, який вимагає, щоб будь-який контрзахід був виправданим. Іншими словами, отримана користь (для суспільства та особи) від відвернутої цим контрзаходом дози повинна бути більша, ніж сумарний збиток (медичний, економічний, соціально-психологічний тощо) від втручання, пов'язаного з його проведенням;

– *принцип неперевищення*, що вимагає застосування всіх можливих заходів для обмеження індивідуальних доз опромінення на рівні нижчому за поріг детерміністичних радіаційних ефектів, особливо тих, що стосуються проявлення гострих клінічних радіаційних проявів захворювань;

– *принцип оптимізації*, що визначає форму втручання (контрзахід або комбінація декількох контрзаходів, їх масштаби та тривалість так, щоб різниця між сумарною користю та сумарним збитком була найефективнішою.

В залежності від характеру роботи з радіоактивними речовинами нормативні документи визначають такі категорії осіб, які зазнають опромінювання:

– *Категорія А* – особи, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з ДІВ;

– *Категорія Б* – особи, які безпосередньо не зайняті роботою з ДІВ, але у зв'язку з розташуванням робочих місць в приміщеннях та на промислових

оперативна група, яка здійснює блокування території, оцінку радіологічного впливу, а також загальна та ядерна судово-експертна групи.

9.2.3. Збирання радіоактивних доказів

Апаратурними засобами встановлюється місцеположення радіоактивних доказів, визначаються їх ядерно-фізичні характеристики. Рекомендується охарактеризувати місце події шляхом малювання діаграм (з вказуванням, бажано, координат GPS та компасної орієнтації), позначити розташування радіоактивних та інших речових доказів, площу радіоактивного забруднення, встановити межі контрольованих зон. Рекомендується проводити фотографування місця події та речових доказів.

Ключовим завданням є забезпечення безпеки (інструктажем, процедурою чи апаратурно) учасникам слідчо-експертних заходів. Згідно [36, 10-16], це досягається дотриманням таких вимог:

1. Здійснення підготовчих заходів для ефективного управління діями правоохоронних органів, контролю та реєстрування доз опромінення;

2. Оцінка ризиків, пов'язаних із заходами по ліквідації наслідків радіоактивного забруднення, градація робіт за можливими дозами опромінення. Для кожного типу радіаційно-небезпечних робіт встановлюється необхідна чисельність співробітників, їх залучення можливе лише на принципах добровільності.

3. Забезпечення моніторингу заражених ділянок під час проведення заходів та фіксація доз опромінення (внутрішнього та зовнішнього) всіма учасниками. Здійснення всіх заходів по мінімізації шкоди опромінення як апаратурними, захисними, так і методичними заходами.

4. Після завершення етапу аварійних заходів з ризиками переопромінення реалізація регламентних робіт по утилізації ДІВ проводиться спеціалізованими службами.

5. Повідомлення учасникам слідчо-експертних заходів про отриману ними дозу опромінення, а також про можливі наслідки.

В процесі збирання радіоактивних доказів необхідно забезпечити дотримання процедури збору та належну охорону. В межах визначених заходів безпеки по отриманих дозах опромінення бажаною є участь підготовлених працівників правоохоронних органів, які можуть кваліфіковано здійснити розмежування та збереження радіоактивних і традиційних доказів, з дотриманням процедури збирання. Для збереження радіоактивних доказів бажано застосовувати пластиковий посуд. Допоміжні предмети (ложечки, піпетки тощо) після здійснення пробовідбору вважаються радіоактивними відходами.

9.2.4. Збирання традиційних судових доказів

Збирання інших нерадіоактивних речових доказів здійснюється після забезпечення всіх необхідних заходів безпеки. Традиційні докази часто суміщаються з радіоактивно забрудненими чи токсичними слідами злочину. Для забезпечення безпеки важливим є ознайомлення з планом місцевості, рельєфом, необхідно оптимізувати шлях та час при збиранні доказів на

зацікавлених сторін;

4. на місці події проводяться такі дії:

4.1. визначення спеціалістами рівня ризику для працівників правоохоронних органів та населення;

4.2. перевірка правоохоронцями території на предмет наявності вибухівки та забезпечення збереження доказових матеріалів;

4.3. категоризація виявленого у незаконному обігу ДІВ;

4.4. забезпечення безпеки доказових матеріалів при їх транспортуванні;

5. подальші дії в рамках ядерних судових досліджень включають:

5.1. перевірка вилученого ДІВ перед розпакуванням на предмет схованої вибухівки;

5.2. забезпечення збереження інших доказових матеріалів та подальше їх дослідження традиційними методами судової експертизи;

5.3. детальне дослідження ДІВ відповідно до лабораторних можливостей (візуальний вигляд, розмір, пробовідбір, встановлення ядерно-фізичних характеристик тощо);

5.4. підготовка даних поглибленого аналізу ЯСЕ радіоактивних матеріалів у процесуально визначений термін;

6. в разі, коли національні експертні лабораторії нездатні провести ядерно-фізичні дослідження, зразки вилучених ДІВ можуть бути передані на дослідження до однієї з міжнародних лабораторій Групи;

7. співставлення результатів дослідження ЯСЕ з відповідною базою даних МАГАТЕ, а також занесення до неї;

8. підготовка експертного висновку ЯСЕ, який надсилається до національного правоохоронного органу;

9. узагальнення результатів та оцінка всіх доказових фактів, яке здійснюється відповідним державним органом;

10. передача справи у національний суд, який приймає рішення в рамках судової процедури;

11. утилізація вилучених ДІВ здійснюється в установленому національним законодавством порядку.

Підбиваючи підсумок, послідовність та зміст дій правоохоронних органів на ядерний інцидент або факт ядерної злочинності може бути поданий у певній послідовності.

9.2.2. Адекватна реакція на подію

В першу чергу це передбачає виконання комплексу заходів по забезпеченню безпеки місця події, тобто, мінімізація будь-якого ризику, пов'язаного з радіацією, контроль за ДІВ та забезпечення збереження доказів. Аналіз місця події має виключити ризик присутності у речових доказах хімічного вибухового пристрою і лише після цього здійснюється збір доказів, необхідних для ЯСЕ, з використанням при огляді атестованої ядерно-фізичної апаратури такої, як гамма-спектрометр та нейтронний детектор. Отже, таким чином здійснюється ранжування інциденту, наслідком якого є встановлення факту, які ж норми законодавства порушено, та визначення подальшого напряму розслідування. Учасниками огляду місця події є керівник групи,

майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримувати додаткове опромінення;

– Категорія В – все населення.

Аналіз вказаних положень свідчить про відсутність спеціального правового статусу співробітників правоохоронних органів (дознавачів, слідчих, суддів), які в силу службових обов'язків можуть отримати додаткове опромінення від ДІВ. Це потребує або встановлення спеціального регламенту для співробітників органів досудового слідства та дізнання, задіяних в заходах щодо запобігання, протидії і розслідуванню ядерних злочинів, або ж широкого трактування поняття їх робочого місця.

В даний час чинне законодавство [53] визначає чотири групи радіаційно-гігієнічних регламентів, кожен з яких має свої технічні показники та обмеження щодо доз опромінення. *Перша* з них стосується практичної діяльності (персонал категорії А і Б), *друга* – містить регламенти щодо обмеження опромінення людини від медичних джерел іонізуючого опромінювання, *третья* та *четверта* – регламенти щодо відвернутої внаслідок втручання дози опромінення населення, відповідно, в умовах радіаційної аварії та техногенно підсилених ДІВ природного походження.

Для безпеки заходів щодо запобігання, протидії та розслідування ядерних злочинів найбільш підходить *перша* група вказаних регламентів, яка і потребує детального аналізу, оскільки встановлює кількісні показники регламентів для контролю за практичною діяльністю з ДІВ. Метою їх є додержання певних рівнів опромінення персоналу та населення, а також підтримання задовільного радіаційно-екологічного стану довкілля. Це – ліміти доз, похідні рівні, допустимі та контрольні рівні. Числові значення лімітів доз встановлюються на рівнях, що виключають як можливість виникнення *детерміністичних ефектів*, тобто, достовірних проявів захворювання від опромінення організму, так і гарантують низьку імовірність виникнення *стохастичних ефектів* опромінення. Для осіб категорій А і Б розглядаються річні показники отриманої ефективної та еквівалентних доз зовнішнього опромінення (ліміти річної ефективної та еквівалентної доз). Обмеження опромінення осіб категорії В (населення) здійснюється введенням лімітів (обмежень) річної ефективної та еквівалентної доз для критичних груп осіб категорії В. Тобто, значення річної дози опромінення осіб, які входять в силу різних причин в критичну групу, не повинно перевищувати певної величини дози.

Наведемо кількісні показники дозових обмежень для вказаних груп населення, перевищення яких на протязі року може розглядатися як фактор, що призводить чи провокує захворювання. *Так, ліміт дози опромінювання для осіб категорії А становить 20 мЗв/рік, або ж 2 бери, для категорії Б, відповідно, 2 мЗв/рік (0,2 бер) та категорії В - 1 мЗв/рік 0,1 бер.* Вказані ліміти отримано в припущенні, що потужність дози ядерного опромінення протягом календарного року не регламентується. Вказані обмеження не стосуються неповнолітніх, жінок дітородного віку (до 45 років) та вагітних жінок, щодо яких діють більш жорсткі обмеження.

Додатково до вказаного обмеження для осіб категорій А і Б по величині

ефективної дози встановлюються ліміти річної еквівалентної дози зовнішнього опромінення окремих органів і тканин: кришталіка ока, шкіри, кистей та стіп, а також допустимих рівнів надходжень радіонуклідів через органи дихання.

Зауважимо, що індивідуальний дозиметричний контроль є обов'язковим для осіб, у яких річна ефективна доза опромінення може перевищувати 10 мЗв/рік (1 бер).

Перевищення вказаних дозових обмежень для персоналу А дозволяється лише у крайніх випадках, і такі випадки є предметом спеціальних регламентів, які детально описують процедуру планування підвищеного опромінювання. Застосування таких регламентів можливе у непередбачуваних ситуаціях, коли шкода від перевищення лімітів доз у окремих осіб з персоналу буде значно меншою, ніж можлива шкода у випадку розвитку аварійної ситуації. Їх перелік такий: спеціальні технологічні операції, необхідність термінового втручання та ризику розвитку радіаційної аварії із значними соціально-економічними збитками. При плануванні підвищеного опромінювання значення ефективної дози не має перевищувати значення 50 мЗв (5 бер) за один рік із подальшим її компенсуванням на протязі 5-ти наступних років.

Третя та четверта група регламентів стосується втручання в умовах радіаційної аварії, яка трактується як незапланована подія на будь-якому об'єкті з радіаційною чи радіаційно-ядерною технологією. Її умовами є втрата регулюючого контролю над ДІВ та загроза реального чи потенційного опромінення людей. Під визначення *радіаційної аварії* підпадає широкий спектр таких подій, в тому числі і крадіжки чи втрати ДІВ, їх розгерметизація тощо. Усі радіаційні аварії поділяються на дві групи за наявністю чи відсутністю радіоактивного забруднення виробничих територій чи навколишнього середовища. І коли у результаті аварії першої групи втрата регулюючого контролю над ДІВ може супроводжуватися додатковим ядерним опроміненням людини, то другої групи – супроводжуються радіоактивним забрудненням навколишнього середовища, яке може мати довготривалі наслідки.

За своїм масштабом радіаційні аварії поділяються на два класи: промислові і комунальні за розміром територій, а також чисельності населення, яке втягнене до неї. Коли промислові радіаційні аварії не поширюються за межі територій виробничих приміщень, а аварійне опромінювання може отримувати лише персонал, то другий за масштабами клас радіаційних аварій охоплює випадки, коли об'єктом реального чи потенційного аварійного опромінювання може стати населення внаслідок його поширення за межі промислових майданчиків. Більш детальна класифікація комунальних радіаційних аварій відбувається за численністю населення, що проживає в зоні аварії: *локальні* – до 10 тис. населення, *регіональні* – в зоні аварії опиняються території декількох населених пунктів, один чи декілька адміністративних районів і навіть областей, а загальна чисельність втягненого в аварію населення перевищує десять тисяч чоловік та *глобальні* – це комунальні радіаційні аварії, внаслідок яких втягується значна

для швидкого ранжування ядерного інциденту та прийняття адекватних заходів.

Процес ідентифікації радіоактивного матеріалу або його характеристика [163, 3] полягає в проведенні повного елементарного аналізу радіоактивного матеріалу, включаючи основні, другорядні та інші складові ознаки. Основні ознаки включають ізотопний та фазовий (молекулярний) аналіз, які є необхідними в даних категоріях справ. Предметом дослідження також є фізичні характеристики об'єкта, – стан обробки поверхні, дисперсність. Характеризація потреб проведення різних експертних досліджень, коли результати одного дослідження використовуються для проведення таких, що не притаманні традиційним експертним підходам.

Наступним і фінальним етапом роботи є *ядерна судово-експертна інтерпретація*, тобто процес співвідношення характеристик радіоактивного матеріалу з історією його виробництва. Її метою є визначення способів, місцеположення та часу виробництва.

Для визначення ступеню небезпеки та ризику МАГАТЕ вводить категоризацію ядерних та радіоактивних матеріалів, основи якої для останніх розглянуто у першому розділі. Для ядерних речовин категоризація включає високозбагачені (уранові, плутонієві) матеріали, які не використовуються у енергетичних реакторах, та, відповідно, елементи ядерного палива. Їх термінологія, згідно [163, 4-7], відповідно, – «ті, що використовуються для опромінення» (unirradiated direct use material), та «ті, що не використовуються для опромінення» (irradiated direct use material). Вводиться також поняття альтернативних, окрім збройних (енергетичних) уранових, чи плутонієвих ядерних матеріалів. Це можуть бути, наприклад, матеріали, збагачені ізотопами Am-241, Np-237. А також, відповідно, ядерних матеріалів *непрямого використання* як збіднений (<0.7 % U-235), чи малозбагачений (>0.7 % U-235, <20 % U-235) або природний уран, або ж плутонієві (>80 % Pu-238) та торієві сполуки.

9.2. Алгоритм дій судових ядерних лабораторій в процесі запобігання, протидії, розслідування ядерних злочинів

9.2.1. Загальна характеристика плану дій судових ядерних лабораторій в процесі запобігання, протидії, розслідування ядерних злочинів

Ядерні судові дослідження починаються після того, як ДІВ вилучається з незаконного обігу, а результати слідчо-оперативних заходів вказують на факт порушення закону і необхідності подальших процесуальних дій. Відповідно до моделі плану дій розробленого Групою, рекомендовано, щоб судові ядерні дослідження здійснювалися на основі розробленого плану, який включає:

1. блокування та охорона місця події працівниками правоохоронних органів;
2. характеризацію радіоактивного матеріалу та встановлення ступеня радіоактивних, ядерних та хімічних ризиків;
3. розробка органами влади плану подальших дій, який доводиться до

РОЗДІЛ 9. ЯДЕРНІ СУДОВІ ЛАБОРАТОРІЇ: ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ, АЛГОРИТМ ДІЙ В ПРОЦЕСІ ЗАПОБІГАННЯ, ПРОТИДІЇ, РОЗСЛІДУВАННЯ ЯДЕРНИХ ЗЛОЧИНІВ

Наведені вище уявлення про природу та методи ідентифікації вилучених радіоактивних матеріалів, нормативно-правової бази забезпечення ядерної безпеки, оцінки та відшкодування збитків при ядерній злочинності найбільш повно втілені у проєкті МАГАТЕ по створенню мережі ядерних судових лабораторій (ЯСЛ).

Історія питання про ЯСЛ починається з 1996 р. з появи рекомендації Міжнародної технічної робочої групи з питань контрабанди ядерних матеріалів (Групи), створеної Експертної групи з питань нерозповсюдження ядерної зброї країн Великої Вісімки [120]. Основною метою Групи є забезпечення технічної співпраці та взаємодії розвитку ядерної судової експертизи (ЯСЕ). Члени Групи пройшли етап від низки міжнародних домовленостей між правоохоронними органами, органами державної безпеки, митниками, науковими структурами, включаючи більшість ядерно-фізичних лабораторій, що мають необхідне обладнання та персонал для здійснення ядерних судових досліджень.

На зустрічі у Відні в 2000 році Група рекомендувала так звану модель плану дій – перелік технічних та організаційних заходів по протидії незаконному обігу ядерних та радіоактивних матеріалів, що включав описання завдань, структури та технічних засобів для ЯСЕ. Дана ініціатива була схвалена урядами Болгарії, Чехії, Угорщини та України, проводяться заходи до залучення інших членів ЄС.

Нижче розглянуто передумови та основні вимоги до проведення ЯСЕ для доповнення звичайних експертно-судових експертиз.

9.1. Предмет дослідження ядерних судових лабораторій

Цілями ЯСЕ є спеціальний аналіз вилученого з незаконного обігу радіоактивного матеріалу для забезпечення доказової бази щодо ідентифікації ДІВ, визначення його походження, шляхів транзиту та сприяння судовому процесу для покарання винних. Предметом експертного дослідження є встановлення для судового процесу елементів ядерної атрибутики вилучених радіоактивних зразків, тобто їх природи, виробника, шляхів транспортування. Термін *ядерна атрибутика*, згідно [36, 8] включає широкий набір даних, власне: ЯСЕ про ядерно-хімічну чи екологічну специфікацію вилученого матеріалу, знання про методи його виготовлення, шляхи застосування та інформацію, яка поступила від правоохоронних органів.

Одним з важливих завдань є ранжування ядерного інциденту в залежності від ступеня загрози. Метою такого ранжування є встановлення групи ризику для безпеки потерпілого, працівників правоохоронних органів та громадськості, а також визначення, що являє собою даний інцидент – рядове кримінальне діяння чи воно несе загрозу національній безпеці країні. Кожна держава докладає зусиль для розвитку власних національних можливостей

частина (чи уся) території країни і її населення. До особливого типу глобальних радіаційних аварій відносяться трансграничні, коли зона аварії поширюється за межі державних кордонів. Якщо до робіт з ліквідації наслідків промислової радіаційної аварії залучається лише основний персонал категорії А як з числа робітників об'єкту, так і професійно підготовлені робітники аварійних бригад, то на час робіт в умовах комунальної радіаційної аварії залучений персонал прирівнюється до категорії А. При цьому залучений персонал має бути забезпечений в однаковій мірі з основним персоналом усіма табельними і спеціальними засобами індивідуального і колективного захисту, а також системою вимірювання і реєстрації отриманих у ході проведення робіт доз опромінення. При здійсненні заходів по ліквідації радіаційної аварії, в яких доза може перевищити максимальний ліміт дози, особи з числа аварійного персоналу, які виконують ці роботи, мають бути добровольцями, які пройшли медичне обстеження, всесторонньо проінформовані про ризик ядерного опромінення, на здоров'я, пройти попередню підготовку і дати письмову згоду на участь у таких роботах.

Мають бути застосовані усі заходи для того, щоб особи з числа аварійного персоналу, які виконують ці роботи, не могли отримати еквівалентну дозу на будь-який з органів (включаючи рівномірне опромінення всього тіла) більше 500 мЗв (50 бер). Виконання цієї вимоги забезпечує запобігання детерміністичних ефектів.

Розглянуті норми радіаційної безпеки та створені на їх основі санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України є обов'язковими для виконання всіма юридичними та фізичними особами, діяльність яких передбачає практичну діяльність з ДІВ. Окремо, як об'єкти застосування документів, виділені Міністерства оборони, внутрішніх справ України, Держкомітет у справах охорони державного кордону України, Служба безпеки України, об'єкти з особливим режимом роботи [54]. Контроль за дотриманням правового статусу покладено на державні регулюючі органи: Державну санітарно-епідеміологічну службу Міністерства охорони здоров'я України відносно виконання гігієнічних регламентів, Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, щодо проведення технічних та організаційних заходів для забезпечення радіаційної безпеки об'єкту чи місць збереження ДІВ.

Проведений вище огляд державних санітарно-гігієнічних нормативів засвідчує їх достатність не лише для встановлення штатних регламентів поведінки з ДІВ, але і ліквідації наслідків техногенних ядерних аварій, прикладом яких є Чорнобильська катастрофа. Однак, вони не враховують нових небезпек, ризиків і загроз, які несе ядерна злочинність, особливо, у формі ядерного тероризму [55].

В першу чергу, існує потреба класифікації тяжкості злочинів, пов'язаних з ядерною злочинністю, наприклад, у випадку зловмисного опромінення осіб, об'єму відшкодування матеріальної шкоди, враховуючи можливість довготривалих проявів стохастичних ефектів на здоров'ї жертви.

Окремої уваги потребує статус співробітників правоохоронних органів (слідчих, дізнавачів, суддів), які при виконанні службових обов'язків по

оперативній, слідчій і криміналістичній діяльності чи відверненню актів ядерної злочинності зазнають додаткового опромінення. Це має бути особливий статус «категорія осіб А» у випадку формування спеціального підрозділу для вказаної діяльності, або ж вказані правоохоронці попадають під регламент «категорія осіб Б» в іншому випадку. Їх посадові інструкції мають містити поняття «робоче місце» як таке, що передбачає додаткове опромінення у зв'язку з виконанням службових обов'язків, спеціальну професійну підготовку для дій в умовах ядерного опромінення та медичний огляд після виконання завдання. Необхідною умовою також є координація таких правоохоронних заходів із санітарно-епідеміологічними службами в частині гарантування неперевищення лімітів доз опромінення.

Потребує додаткового обґрунтування група радіаційно-гігієнічних регламентів, які мають бути застосовані для вказаної форми діяльності: *перша*, коли вона трактується як професійна робота, чи *третьою-четвертою*, коли професійна діяльність розглядається як така, що призводить до відвернення радіаційної аварії.

ВИСНОВКИ, ПРОПОЗИЦІЇ, РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Необхідність дослідження природи явища радіоактивності, його основних характеристик та понять зумовлена тим, що воно є основою високих ядерних технологій. Вони дозволяють вивільняти та використовувати значні енергетичні ресурси в енергетиці, оборонній сферах, а також реалізувати нові можливості у промисловості, сільському господарстві та медицині. На цих здобутках паразитує новий вид протиправної діяльності – ядерна злочинність та її крайня форма – ядерний тероризм.

2. Характеристичні ознаки явища радіоактивності (наприклад, енергетичний спектр ядерного випромінювання) є основою ядерно-фізичних методик ідентифікації радіоактивних матеріалів. Вони ж мають бути використані у слідчій, криміналістичній та судовій практиці при оцінці суспільної небезпеки радіоактивних матеріалів та завданої шкоди при її злочинному застосуванні.

3. Криміналістичні дослідження мають виділяти 2-а класи радіоактивних речовин: перший з них має ознаки лише джерел *високоенергетичного ядерного випромінювання*, що здатні спричинити тяжкі захворювання та радіоекологічне забруднення середовища. Інший, – це клас *ядерних або подільних матеріалів*, які в силу підвищеної здатності до поділу ядер (спонтанного чи стимульованого нейтронами) можуть застосовуватися для створення ядерних вибухових пристроїв. Деякі з них як ^{238}Pu , ^{233}U , ^{235}U , ^{237}Np , мають назву *збройних ядерних матеріалів*.

4. Аналіз особливості явища радіоактивності важливий для розробки схем категоризації радіоактивних матеріалів за ступенем суспільної загрози. Запропонована МАГАТЕ 5-ти категорійна схема достатня для врахування потенційної небезпеки застосування найбільш поширених у практичних застосуваннях радіонуклідів.



Рис. 8.2. Типовий вигляд лабораторного γ -спектрометра з напівпровідниковим детектором, що знаходиться в комбінованому захисті

Аналіз ізотопного складу подільних матеріалів може дати інформацію про те, чи є вони природними або штучними об'єктами. Для перших характерним є збереження стану ізотопної рівноваги в межах ланцюжків радіоактивного розпаду, як правило, уранових ^{235}U (^{231}Th , ^{231}Pa), ^{238}U (^{234}Th , ^{234}Pa , ^{234}U , ^{230}Th), або торієвих рядів ^{232}Th (^{228}Ra , ^{228}Ac , ^{228}Th , ^{224}Ra) [36]. Хімічна переробка, процес збагачення або використання подільних матеріалів як ядерного палива призводить до порушення радіоактивної рівноваги. Так, нукліди ^{231}Pa , ^{230}Th відсутні в урані відразу після переробки руди і отримання хімічних сполук урану UF_6 , UO_2 . Для експертизи зразків ядерного палива енергетичних блоків АЕС типу ВВЕР важливим є аналіз ізотопного складу ^{235}U , ^{239}Pu , ^{241}Pu . Для ядерного палива контроль вигорання здійснюється також шляхом порівняння активностей ізотопів $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$, чи $^{154}\text{Eu}/^{137}\text{Cs}$ [174]. Відходи переробки ядерного палива ідентифікують по γ -лінії ізотопів ^{144}Ce - Pr з енергією 2186 кеВ [167].

Необхідно зауважити, що вибір ізотопів-маркерів із всієї суми продуктів поділу здійснюється погодженим чином, з умови високого виходу ядерних частинок на акт поділу та наявності високоенергетичних компонентів спектру γ -випромінювання.

Література

1. Біленчук П.Д. Идентификация естественных и искусственных радиоактивных материалов методами ядерной γ -спектрометрии / П.Д. Біленчук, О.В. Маслоук, О.О. Парлаг // Криминалистическая и судебная экспертиза: Межвед. научно-метод. сб., 2004. – Вып. 52. – С. 239-248.

спектрометр має високу інформаційну здатність для експертизи радіоактивних речовин, тому доцільно розглянути принцип його роботи.

Імпульси електричних сигналів, отримані внаслідок повного поглинання детектором γ -кванта, проходять попереднє посилення, формуються, підсилюються й рееструються багатоканальним амплітудним аналізатором у вигляді енергетичного спектру. Технічно це здійснюється так [173]: електричний сигнал з входу попереднього підсилювача попадає у вхідний ланцюг, що встановлює робочу полярність вхідного сигналу й підключає (відключає) вхідний фільтр. З виходу вхідного ланцюга сигнал надходить на лінійний підсилювач із програмованим коефіцієнтом підсилення, що забезпечує укладання частини спектра, яка цікавить дослідника, в необхідний діапазон шкали спектрометра. Після підсилювача сигнал надходить на кодовий перетворювач, що збирає заряд на керованому «ідеальному» інтеграторі і перетворює нагромаджений заряд у інформаційний код. Код надходить в інтерфейсну частину спектрометра і подається в канал обчислювальної машини.

Наступна обробка одержуваної в такий спосіб інформації здійснюється пакетом прикладних програм у складі емулятора аналізатора, який дозволяє розкласти γ -спектр речовини, що досліджується за зразковими спектрами понад 400 ізотопів і з високою точністю визначити як її хімічний, так і ізотопний склад. Спрощена структурна схема одноплатного спектрометра наведена на рис. 8.1, а його зовнішній вигляд – на рис. 8.2.

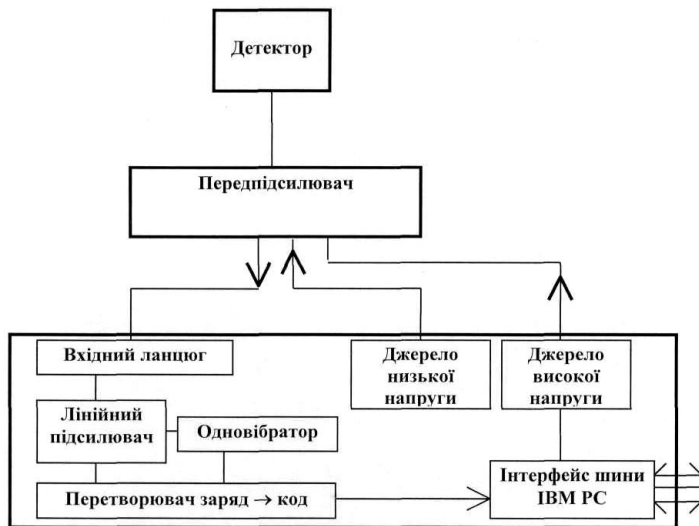


Рис. 8.1. Структурна схема одноплатного γ -спектрометра з напівпровідниковим детектором

5. Показано, що відносна простота виготовлення так званої «брудної», чи дисперсної бомби (хімічного вибухового пристрою та наповнювач – радіоактивну речовину) виводить її до числа найбільших загроз з можливістю комбінувати фактори фізичного та соціально-психологічного впливів.

6. Окрім сфер легального використання радіоактивних матеріалів в промисловості, медицині в рамках регуляторного державного нагляду реально існує чорний ринок, який може забезпечити поставки практично всіх радіоактивних матеріалів та компонент для їх злочинного використання. Існування такого ринку, елементами якого є нелегальне придбання, перевезення та зберігання радіоактивних матеріалів – є основою існування ядерної злочинності.

7. Експертна оцінка біологічної шкоди, завданої людині ядерним опромінюванням має враховувати характер дії ядерних частинок різного сорту на біологічні об'єкти при внутрішньому чи зовнішньому застосуванні. Важливо враховувати такі фактори як отримана доза опромінення, реактивність організму, час опромінення, розміри тіла, що опромінюється, локалізація опромінювання.

8. Сучасні уявлення про ризики ядерного опромінення ґрунтуються на наявності детермінованих та стохастичних наслідків для людини. Детерміновані наслідки проявляються при значних дозах опромінення, коли перевищено певний поріг дози організму і є симптоми гострої променевої хвороби, її перманентні наслідки. Стохастичні фактори відображають факт зростання імовірності проявлення звичайних захворювань, чи утворення злоякісних новоутворень при збільшенні дози опромінення людини. Стохастичні наслідки спостерігаються при відносно малих дозах опромінення.

9. Основи легальної дозвільної діяльності з радіоактивними матеріалами регулюються Нормами радіаційної безпеки України, а санітарно-гігієнічні регламенти роботи з такими речовинами, – Основними санітарними правилами забезпечення радіаційної безпеки України. Ці документи є базовими для криміналістичної оцінки наявності правопорушень роботи з ДІВ, завданого матеріального збитку, а також розробки оперативних регламентів запобігання і протидії ядерній злочинності.

10. Аналіз підходів до забезпечення протирадіаційного захисту засвідчив відсутність спеціальних регламентів безпеки правоохоронних органів при виконанні ними завдань по протидії ядерній злочинності, які пов'язані з потенційними ризиками їх ядерного опромінення.

11. Аналіз чотирьох груп радіаційно-гігієнічних регламентів ОСПУ, яка встановлює кількісні показники регламентів для контролю за практичною діяльністю з ДІВ вказує, що безпека професійної діяльності органів досудового слідства і дізнання по протидії ядерній злочинності може бути забезпечена в рамках першої групи вказаних регламентів. Можливим є встановлення спеціального регламенту для органів досудового слідства і дізнання, або ж широкого трактування поняття їх робочого місця.

РОЗДІЛ 2.
СТАН РОЗВИТКУ ЯДЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СВІТІ:
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ В УКРАЇНІ
ТА ДЕРЖАВАХ-СУСІДАХ

Країна	Ядерна зброя	Ядерна енергетика	Експериментальні ядерні установки
Україна	Ні (раніше була)	14 діючих енергоблоків АЕС, 2 – будуються	2 дослідницьких реактори
Російська Федерація	Так	30 діючих енергоблоків АЕС, 3 -будуються, 3 - збройні реактори	65 дослідницьких реакторів
Білорусія	Ні (раніше була)	Відсутня	Відсутні
Польща	Ні	Відсутня	2 дослідницьких реактори
Словацька республіка	Ні	6 діючих енергоблоків 2-х АЕС, один зупинено	Відсутні
Угорщина	Ні	4 діючих енергоблоків АЕС	Відсутні
Румунія	Ні	1 діючий енергоблок АЕС, ще один під реконструкцією, один зупинено	2 дослідницьких реактори
Молдова	Ні	Відсутня	Відсутні

8.2. Метод γ -спектроскопії: сутність, характеристика, можливості використання для ідентифікації

Враховуючи важливість ядерної γ - спектроскопії для розробки аналітичних експертних та неруйнівних методик ідентифікації радіоактивних матеріалів доцільно більш детально розглянути технічну сутність даної методики.

Базовим інструментом ядерної γ - спектроскопії є прилад для визначення енергії γ - квантів, γ - спектрометр. Він містить *детектор* ядерного випромінювання, блоки підсилення, формування сигналу, перетворення його у спектральну залежність та співставлення останньої з наявною базою даних за характеристичними лініями окремих ізотопів для завдань ідентифікації.

В основу роботи спектрометра покладений такий принцип: енергетичні втрати γ - випромінювання в чутливому об'ємі сцинтиляційного чи напівпровідникового детектора, перетворюються, відповідно, в імпульси світлового та електричного сигналів, пропорційні величини енергії γ - кванта. Вказані детектори відрізняються за базовими параметрами вимірювання – ефективності та роздільній здатності.

Роздільна здатність γ - спектрометра визначає можливість виділення сусідніх характеристичних γ - ліній спектру, близьких за енергією. Кількісно вона визначається відношенням $\Delta E/E$, де ΔE – ширина γ - лінії (в одиницях енергії) на половині її висоти. Роздільна здатність характеризує точність, з якою γ - спектрометр вимірює енергію γ - кванта. Під ефективністю розуміють здатність зареєструвати ядерну частину в матеріалі детектора. Вона має зміст частки зареєстрованих γ - квантів від загального їх числа, що потрапили в детектор.

Найпоширенішими типами γ - спектрометра є *сцинтиляційний* і *напівпровідниковий*.

Детектор *сцинтиляційного* γ - спектрометра складається з речовини – сцинтилятора й фотоелектронного помножувача (ФЕП). У сцинтиляторі під дією електронів, створюваних γ - квантами, виникає короткочасний спалах світла – сцинтиляція, що перетворюється у **ФЕП-і** в електричний імпульс. Амплітуда електричного імпульсу пропорційна енергії γ - кванта. Як сцинтилятор застосовують тверді неорганічні кристали NaI, активовані Tl. Роздільна здатність сцинтилятора γ - спектрометра складає 4-5 % для γ - квантів з енергією 1 MeV. Ефективність може наближатися до 100%.

У *напівпровідниковому* γ - спектрометрі ядерні частинки реєструються в монокристалі, зазвичай, надчистого германія. Електрони, утворені γ - квантами під дією прикладеного електричного поля, створюють імпульс струму, амплітуда якого пропорційна енергії електрона. Роздільна здатність для γ - квантів з енергією 1 MeV може досягати 0.1-0.2 %. Проте ефективність становить лише десятки процентів від сцинтиляційного.

З інших типів γ - спектрометрів можна відзначити магнітні γ - спектрометри, у яких за траєкторією руху в магнітному полі визначаються енергії так званих комптоновських електронів або електрон-позитронних пар, що створюються γ - квантами в тонкому радіаторі.

Необхідно зазначити, що напівпровідниковий (германієвий) γ -

Наявність *нейтронного* випромінювання є достатньою ознакою його присутності в зразках подільних матеріалів, оскільки нейтрони утворюються як в процесі поділу (миттєві нейтрони), так і пізніше, при випромінюванні з продуктів поділу (запізнюючі нейтрони) [167]. В першому разі, спектр випромінювання нейтронів поділу має плавну (пікоподібну) залежність від енергії, параметри якої можна використати для визначення сорту подільного матеріалу. Спектр же запізнюючих нейтронів, отриманих після активації важких ядер ядерними частинками, містить тонку структуру, обумовлену наявністю кількох груп нейтронів з різними періодами напіврозпаду. Ідентифікація подільного матеріалу за цими ознаками можлива лише в лабораторних умовах з використанням складних систем детектування та обробки часових залежностей нейтронної активності.

Необхідно врахувати, що попри наведені вище застереження деякі інтегральні характеристики ядерного випромінювання як факт наявності нейтронної активності, β -, чи α - випромінювання можуть бути якісною ознакою подільного матеріалу, тоді як диференціальні ознаки спектрів α - та γ - випромінювання дозволяють з великою точністю встановити наявність та ізотопний склад хімічного елемента в речовині.

На закінчення вкажемо на важливість комплексного дослідження ядерного випромінювання для ідентифікації речовини. Це включає як встановлення сорту випромінювачів, порівняння інтенсивності, так і синхронізовані вимірювання факту вильоту ядерних частинок різного сорту. Останні дослідження відносять до так званих методик співпадіння, які суттєво підвищують ефективність ідентифікації ядерних матеріалів. У таблиці 8.2 систематизовані дані про чутливість різних методик встановлення типу ядерного матеріалу.

Таблиця 8.2

Граничні параметри ідентифікації деяких ізотопів ядерних матеріалів [167]

Методика дослідження	Ефективність, %	²³⁵ U, мг	Pu (10% ²⁴⁰ Pu), мг
Ядерна γ - спектроскопія	1	100	100
Реєстрація теплових нейтронів	15	-	18
Реєстрація теплових нейтронів по схемі співпадіння	15	-	6
Реєстрація швидких нейтронів по схемі співпадіння	25	70	130
Фотонейтронна активація, джерело 3×10^9 н/с	0,25	8	5
Реєстрація запізнюючих нейтронів, джерело 2×10^9 н/с	15	6	14
По часовому затуханню потоку нейтронів	14	1	1

РОЗДІЛ 3. КАТЕГОРІЇ РАДІОАКТИВНИХ ДЖЕРЕЛ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ У ПРАКТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Радиоактивні джерела	Радионуклід	Інтенсивність тип	Активність А Тбк	Величина Тбк	Відношення	Категорія	
						Базується на А/Д- відношення	Рекомендована
1	2	3	4	5	6	7	8
Категорія 1							
Радіоізотопні термоелектричні генератори РІТЕГ	Sr-90	Макс	2.5E+04	1.0E+00	2.5E+04	1	
	Sr-90	Мін	3.3E+02	1.0E+00	3.3E+02	2	1
	Sr-90	Тип	7.4E+02	1.0E+00	7.4E+02	2	
	Pu-238	Макс	1.0E+01	6.0E-02	1.7E+02	2	
	Pu-238	Мін	1.0E+00	6.0E-02	1.7E+01	2	1
Опромінювачі, що використовуються для стерилізації і консервації продуктів	Co-60	Макс	5.6E+05	3.0E-02	1.9E+07	1	
	Co-60	Мін	1.9E+02	3.0E-02	6.2E+03	1	1
	Co-60	Тип	1.5E+05	3.0E-02	4.9E+06	1	
	Cs-137	Макс	1.9E+05	1.0E-01	1.9E+06	1	
	Cs-137	Мін	1.9E+02	1.0E-01	1.9E+03	1	1
Самоекрановані опромінювачі	Cs-137	Тип	1.1E+05	1.0E-01	1.1E+06	1	
	Cs-137	Макс	1.6E+03	1.0E-01	1.6E+04	1	
	Cs-137	Мін	9.3E+01	1.0E-01	9.3E+02	2	1
	Cs-137	Тип	5.6E+02	1.0E-01	5.6E+03	1	
	Co-60	Макс	1.9E+03	3.0E-02	6.2E+04	1	
Опромінювачі Крові тканини	Co-60	Мін	5.6E+01	3.0E-02	1.9E+03	1	1
	Co-60	Тип	9.3E+02	3.0E-02	3.1E+04	1	
	Cs-137	Макс	4.4E+02	1.0E-01	4.4E+03	1	
	Cs-137	Мін	3.7E+01	1.0E-01	3.7E+02	2	1
	Cs-137	Тип	2.6E+02	1.0E-01	2.6E+03	1	
	Co-60	Макс	1.1E+02	3.0E-02	3.7E+03	1	
Опромінювачі Крові тканини	Co-60	Мін	5.6E+01	3.0E-02	1.9E+03	1	1
	Co-60	Тип	8.9E+01	3.0E-02	3.0E+03	1	

1	2	3	4	5	6	7	8
Джерела для багатопроменевої телетерапії гамма ніж	Co-60	Макс	3.7E+02	3.0E-02	1.2E+04	1	
	Co-60	Мін	1.5E+02	3.0E-02	4.9E+03	1	1
	Co-60	Мін	2.6E+02	3.0E-02	8.6E+03	1	
Джерела для телетерапії	Co-60	Макс	5.6E+02	3.0E-02	1.9E+04	1	
	Co-60	Мін	3.7E+01	3.0E-02	1.2E+03	1	1
	Co-60	Тип	1.5E+02	3.0E-02	4.9E+03	1	
	Cs-137	Макс	5.6E+01	1.0E-01	5.6E+02	2	
	Cs-137	Мін	1.9E+01	1.0E-01	1.9E+02	2	1
	Cs-137	Тип	1.9E+01	1.0E-01	1.9E+02	2	
Категорія 2							
Джерела для промислової радіографії	Co-60	Макс	7.4E+00	3.0E-02	2.5E+02	2	
	Co-60	Мін	4.1E-01	3.0E-02	1.4E+01	2	2
	Co-60	Тип	2.2E+00	3.0E-02	7.4E+01	2	
	Ir-192	Макс	7.4E+00	8.0E-02	9.3E+01	2	
	Ir-192	Мін	1.9E-01	8.0E-02	2.3E+00	3	2
	Ir-192	Тип	3.7E+00	8.0E-02	4.6E+01	2	
	Se-75	Макс	3.0E+00	2.0E-01	1.5E+01	2	
	Se-75	Мін	3.0E+00	2.0E-01	1.5E+01	2	2
	Se-75	Тип	3.0E+00	2.0E-01	1.5E+01	2	
	Yb-60	Макс	3.7E-01	3.0E-01	1.2E+00	3	
	Yb-60	Мін	9.3E-02	3.0E-01	3.1E-01	4	2
	Yb-60	Тип	1.9E-01	3.0E-01	6.2E-01	4	
	Tm-170	Макс	7.4E+00	2.0E+01	3.7E-01	4	
	Tm-170	Мін	7.4E-01	2.0E+01	3.7E-02	4	2
Tm-170	Тип	5.6E+00	2.0E+01	2.8E-01	4		
Джерела для Брахітерапії Високих середніх потужностей доз	Co-60	Макс	7.4E-01	3.0E-02	2.5E+01	2	
	Co-60	Мін	1.9E-01	3.0E-02	6.2E+00	3	2
	Co-60	Тип	3.7E-01	3.0E-02	1.2E+01	2	
	Cs-137	Макс	3.0E-01	1.0E-01	3.0E+00	3	
	Cs-137	Мін	1.1E-01	1.0E-01	1.1E+00	3	2
	Cs-137	Тип	1.1E-01	1.0E-01	1.1E+00	3	
	Ir-192	Макс	4.4E-01	8.0E-02	5.6E+00	3	
	Ir-192	Мін	1.1E-01	8.0E-02	1.4E+00	3	2
Ir-192	Тип	2.2E-01	8.0E-02	2.8E+00	3		

бази ядерно-фізичних даних апаратурних γ - спектрів, отриманих для спонтанних та стимульованих реакцій поділу важких ядер, створює можливості автоматизації процесу їх визначення в складі радіоактивних матеріалів [171]. Типовий спектр γ - спектр комбінованого зразка, що містить базові ізотопи K-40, Th-232, Ra-226, отриманий напівпровідниковим детектором високого розділення, що охолоджується рідким азотом з об'ємом 100 см³ [171].

Метод ядерної γ - спектрометрії є аналогом атомно-абсорбційного методу, що широко використовується у судовій експертизі. Наявність у спектрах γ - випромінювання ядра-випромінювача набору характеристичних ліній в діапазоні енергій від 10 кеВ до 5 МеВ індивідуальних за енергетичним положенням та інтенсивностями вирішує завдання його ідентифікації для складних сумішей. Однак, на практиці, ідентифікація проводиться за однією або декількома характеристичними лініями, інтенсивність (число γ - квантів на одиницю маси речовини за секунду), яких для даного ізотопу найбільша.

В таблиці 8.1 наведено такі дані для найбільш відомих ізотопів ядерних матеріалів, де вказані одна або декілька основних ліній γ - спектру. Зауважимо, що на практиці γ - спектри ядерних матеріалів містять і γ - активну складову їх ядер-уламків, які утворюються при поділі важкого ядра на 2-а уламки. В деяких випадках інтенсивність γ - випромінювання таких уламків є такої самої величини чи навіть більшою від фонового випромінювання основної речовини. Основні γ - випромінювачі ряду U-238 – це Pb-214 та Bi-214. На їх долю припадає ~ 98 % променевої енергії. У ряді Th-232 основні випромінювачі – це Ac-228, Pb-212, Bi-212 та Tl-208, доля яких складає ~ 98 % променевої енергії. Причому доля Tl-208 ~ 52.1 %, а Ac-228 ~ 31.0 %. На долю γ - випромінювання ряду U-235 припадає ~ 2 % випромінювання ряду урану. Основні γ - випромінювачі ряду U-235 – це Pb-211 (~ 19 %) та U-235 (~ 17 %). Тому ці елементи частіше всього використовують як реперні при аналізі досліджуваних об'єктів.

Таблиця 8.1

Основні характеристики γ - випромінювання деяких ізотопів ядерних матеріалів [172]

Ізотоп	Характеристична лінія (у кеВ)	Інтенсивність, γ /(г.с)	Ізотоп	Характеристична лінія (у кеВ)	Інтенсивність, γ /(г.с)
1	2	3	1	2	3
²³⁴ U	120,9	9,35×10 ⁴	²⁴⁰ Pu	45,2	3,8×10 ⁶
²³⁵ U	143,8	8,4×10 ³		160,3	3,37×10 ⁴
	185,7	4,32×10 ⁴		642,5	1,044×10 ³
²³⁶ U	766,4	2,57×10 ¹	²⁴¹ Pu	148,6	7,15×10 ⁶
	1001,0	7,34×10 ¹		208,0	2,041×10 ⁷
²³⁸ Pu	152,7	5,9×10 ⁶	²⁴¹ Am	59,5	4,54×10 ¹⁰
	766,4	1,387×10 ³		125,3	5,16×10 ⁶
²³⁹ Pu	129,3	1,436×10 ³			
	413,7	3,416×10 ⁴			

частинок, що являють собою двічі іонізовані ядра гелію, α - розпад спостерігається в понад 200 нуклідів, найбільш відомими α - випромінювачами є ізотопи плутонію ($^{238}, ^{240}, ^{241}, ^{242}\text{Pu}$), урану ($^{233}, ^{234}, ^{235}, ^{236}, ^{238}\text{U}$), америцію ($^{241}, ^{243}\text{Am}$) тощо. При взаємодії α - частинки з речовиною проходить інтенсивна іонізація та збудження атомів кристалічної ґратки, тому пробіг частинки в середовищі є незначним. Наприклад, у повітрі це складає 7-8 см, у воді (аналог тканини людини) він становить мікрони. Енергетичний спектр α - частинок знаходиться в діапазоні 4 -8 МеВ і часто містить так звану тонку структуру, що демонструє селективність числа емітованих α - частинок від енергії [169]. Як правило, α - перетворення супроводжується випромінюванням γ - квантів певної енергії, що покращує достовірність експертної ідентифікації відповідних радіонуклідів. Іншими ознаками того чи іншого радіонукліду є період напіврозпаду $T_{1/2}$ ядер α - емітерів, який знаходиться в широких часових межах, питома активність по α - розпаду, а також наявність тепловиділення таких речовин. Остання характеристика обумовлена значними енерговтратами α - частинок в речовині, тому α - випромінювачі часто є тепловими елементами термогенераторів спецпризначення. Комплексний аналіз вказаних вище параметрів дає достатні можливості для досягнення потрібної вибірковості та достовірності судової експертизи. Оскільки α - частинки мають невеликий пробіг у речовині, то для встановлення їх спектру використовують спеціальні тонкоплівкові напівпровідникові детектори, однак, це завдання може бути вирішене з використанням електричних чи магнітних спектрометрів.

β - розпад полягає у самовільному випромінюванні ядром електронів (позитронів), він спостерігається як в легких, так і в тяжких ядрах [170]. Періоди напіврозпаду ядер, β - емітерів, змінюються від 10^{-2} с до 10^{18} років. При проходженні через речовину електрони β - розпаду втрачають свою енергію на іонізаційні та випромінювальні (рентгенівське випромінювання) процеси, пробіг у речовині у них більший, ніж у α - частинок. Особливістю β - спектрів є відсутність характеристичних ліній, плавність і наявність максимальної енергії E_m , на якій спектр обривається. Прикладом відомих β - активних ядер є ізотопи золота ($^{198}, ^{199}\text{Au}$), іридію (^{192}Ir), ртуті (^{203}Hg), цезію (^{137}Cs) та кобальту (^{60}Co). Для кожного з них існує залежність E_m від сорту ізоотопу, що може служити ідентифікаційною ознакою радіоактивного матеріалу. β - спектри ізоотопів (розподіл електронів, що вилітають із ядра рл енергії) встановлюються з використанням напівпровідникових детекторів або ж шляхом просторового розділення в електричних, чи магнітних полях.

Спектр γ - випромінювання атомних ядер визначається структурою енергетичних рівнів їх одночастинкових станів (протонів, нейтронів) і містить набір характеристичних ліній, положення та інтенсивність яких є індивідуальними для конкретного радіонукліда. Тому визначення ізоотопного складу речовини по їх γ - спектрах становить основу ідентифікації радіоактивних матеріалів [168]. Випромінювання γ - квантів супроводжує радіоактивний розпад ядер, в тому числі і тих, що випромінюють α - та β - частинок. Його іонізуюча дія у тисячі разів менша, ніж α -, і в сотні разів за β - частинок і залежить від енергії γ - кванта ($\sim 10^3$ - $5 \cdot 10^6$ eВ). Наявність вичерпної

1	2	3	4	5	6	7	8
Калібровочні джерела	Co-60	Макс	1.2E+00	3.0E-02	4.1E+01	2	
	Co-60	Мін	2.0E-02	3.0E-02	6.8E-01	4	a
	Co-60	Тип	7.4E-01	3.0E-02	2.5E+01	2	
	Cs-137	Макс	1.1E+02	1.0E-01	1.1E+03	1	
	Cs-137	Мін	5.6E-02	1.0E-01	5.6E-01	4	a
Cs-137	Тип	2.2E+00	1.0E-01	2.2E+01	5		
Категорія 3							
Рівноміри	Cs-137	Макс	1.9E-01	1.0E-01	1.9E+00	3	
	Cs-137	Мін	3.7E-02	1.0E-01	3.7E-01	4	3
	Cs-137	Тип	1.9E-01	1.0E-01	1.9E+00	3	
	Co-60	Макс	3.7E-01	3.0E-02	1.2E+01	2	
	Co-60	Мін	3.7E-03	3.0E-02	1.2E-01	4	3
	Co-60	Тип	1.9E-01	3.0E-02	6.2E+00	3	
Калібровочні джерела	At-241	Макс	7.4E-01	6.0E-02	1.2E+01	2	
	At-241	Мін	1.9E-01	6.0E-02	3.1E+00	3	a
	At-241	Тип	3.7E-01	6.0E-02	6.2E+00	3	
	Cs-137	Макс	1.5E+00	1.0E-01	1.5E+01	2	
Конвейерні датчики	Cs-137	Мін	1.1E-04	1.0E-01	1.1E-03	5	3
	Cs-137	Тип	1.1E-01	1.0E-01	1.1E+00	3	
Засоби вимірювання на доменних печач	Cf-137	Макс	1.4E-03	2.0E-02	6.8E-02	4	
	Cf-137	Мін	1.4E-03	2.0E-02	6.8E-02	4	3
	Cf-137	Тип	1.4E-03	2.0E-02	6.8E-02	4	
	Co-60	Макс	7.4E-02	3.0E-02	2.5E+00	3	
Датчики землечерпалок	Co-60	Мін	3.7E-02	3.0E-02	1.2E+00	3	3
	Co-60	Тип	3.7E-02	3.0E-02	1.2E+00	3	
Оберткові вимірювачі товщини стінок труб	Cs-137	Макс	3.7E-01	1.0E-01	3.7E+00	3	
	Cs-137	Мін	7.4E-03	1.0E-01	7.4E-02	4	3
	Cs-137	Тип	7.4E-02	1.0E-01	7.4E-01	4	
Пускові джерела дослідницьких реакторів	Cs-137	Макс	1.9E-01	1.0E-01	1.9E+00	3	
	Cs-137	Мін	7.4E-02	1.0E-01	7.4E-01	4	3
	Cs-137	Тип	7.4E-02	1.0E-01	7.4E-01	4	

1	2	3	4	5	6	7	8
Джерела для геофізичних засобів вимірювання і каротажу свердловин	Am-137/Be	Макс	1.9E-01	6.0E-02	3.1E+00	3	
	Am-137/Be	Мін	7.4E-02	6.0E-02	1.2E+00	3	3
	Am-137/Be	Тип	7.4E-02	6.0E-02	1.2E+00	3	
	Am-137/Be	Макс	8.5E-01	6.0E-02	1.4E+01	2	
	Am-137/Be	Мін	1.9E-02	6.0E-02	3.1E-01	4	3
	Am-137/Be	Тип	7.4E-01	6.0E-02	1.2E+01	2	
	Cs-137	Макс	7.4E-02	1.0E-01	7.4E-01	4	
	Cs-137	Мін	3.7E-02	1.0E-01	3.7E-01	4	3
	Cs-137	Тип	7.4E-02	1.0E-01	7.4E-01	4	
Кардіо стимулятори	Cf-252	Макс	4.1E-03	2.0E-02	2.0E-01	4	
	Cf-252	Мін	1.0E-03	5.0E-02	5.0E-02	4	3
	Cf-252	Тип	1.1E-03	5.0E-02	5.6E-02	4	
Калібровочні джерела	Pu-238	Макс	3.0E-01	4.0E-02	4.9E+00	3	
	Pu-238	Мін	1.1E-01	1.0E-02	1.8E+00	3	в
	Pu-238	Тип	1.1E-01	1.0E-02	1.9E+00	3	
	Pu-239/Be	Макс	3.7E-01	6.0E-02	6.2E+00	3	
	Pu-239/Be	Мін	7.4E-02	1.0E-02	1.2E+00	3	а
Pu-239/Be	Тип	1.1E-01	1.0E-02	1.9E+00	3		
Категорія 4							
Джерела для брахітерапії низьких потужностей доз	Cs-137	Макс	2.6E-02	1.0E-01	2.6E-01	4	
	Cs-137	Мін	3.7E-04	1.0E-01	3.7E-03	5	4
	Cs-137	Тип	1.9E-02	1.0E-01	1.9E-01	4	
	Ra-226	Макс	1.9E-03	4.0E-02	4.6E-02	4	
	Ra-226	Мін	1.9E-04	4.0E-02	4.6E-03	5	3
	Ra-226	Тип	5.6E-04	4.0E-02	1.4E-02	4	
	I-123	Макс	1.5E-03	2.0E-01	7.4E-03	5	
	I-123	Мін	1.5E-03	2.0E-01	7.4E-03	5	4
	I-123	Тип	1.5E-03	2.0E-01	7.4E-03	5	
	Iг-192	Макс	2.8E-02	8.0E-02	3.5E-01	4	
	Iг-192	Мін	7.4E-04	8.0E-02	9.3E-03	5	4
	Iг-192	Тип	1.9E-02	8.0E-02	2.3E-01	4	
	Au-198	Макс	3.0E-03	2.0E-01	1.5E-02	4	
	Au-198	Мін	3.0E-03	2.0E-01	1.5E-02	4	4
Au-198	Тип	3.0E-03	2.0E-01	1.5E-02	4		

збуджуючого випромінювання потоків фотонів високих енергій, з максимальною енергією, орієнтовно, від 6 МеВ. При цьому використовуються ядерні реакції (γ, γ) – непружне розсіювання γ - квантів, (γ, f) – реакції фотоподілу ядра та ($\gamma, \text{хпур}$), – клас, так званих, фотонейтронних та фото- протонних реакцій. Перевага фотоядерних методик полягає у селективності аналізу речовини через пороговий характер фотоядерних реакцій та високу експресність, продуктивність і високу чутливість внаслідок можливості незначної активації матриці речовини. Фотоядерні методики можуть застосовуватися для дослідження мікроелементного складу речовини з дуже малими масами, що становлять долі грама, причому їх точність може досягати для деяких хімічних елементів 10^{-5} - 10^{-7} г/г [168].

Нейтронно-активаційні методики ґрунтуються на опромінюванні речовини потоками нейтронів. Використовуються як теплові нейтрони, що існують у каналах ядерних реакторів (дослідницьких та енергетичних), нейтрони з енергією 5-14 МеВ, що отримуються у нейтронних генераторах, а також, так звані фотонейтрони, що отримуються на електронних прискорювачах із використанням нейтронних конверторів в результаті описаної вище реакції ($\gamma, \text{хп}$). Перспективність їх застосування полягає у великому перерізі взаємодії фотонейтрона з ядрами більшості хімічних елементів. Для збільшення вкладу в резонансну область енергій нейтронів і досягнення малого градієнту нейтронного потоку по енергії використовують берилій-графітові або дейтерієві сповільнювачі.

Ідентифікація мікроелементного та ізотопного складу речовини по спектрах спонтанного ядерного випромінювання потребує розроблених методик низькофонової α -, β -, γ - спектрометричних вимірів та автоматизованої обробки даних. Природними α -, β - емітерами є обмежене число ізотопів, тому основою таких вимірів, що забезпечують потрібну достовірність вимірювання є метод низькофонової γ - спектрометрії. Як і в попередньому випадку, ця методика є універсальною щодо вибору об'єктів дослідження і може бути використаною як для дослідження мікропроб радіоактивних матеріалів, так і нерадіоактивних речовин з низьким рівнем, як правило, природного ядерного випромінювання. На відміну від активаційних методик, такі дослідження потребують більших (від 50-100 Г) кількостей речовини і тривалостей вимірів (від 2-4 годин) для забезпечення достатньої статистики для виділення потрібних гамма-спектрів. Переваги низькофонової від активаційних методик полягають в тому, що отримані результати не чутливі до параметрів активації речовини енергії, сорту та інтенсивності ядерного випромінювання, а також інтервалу часу від опромінювання до вимірів.

Розглянемо більш детально особливості спектрів ядерного випромінювання для їх застосування при експертній ідентифікації ядерних матеріалів [167]. Як правило, дуже умовно можна говорити про радіоізотопи як чисті α -, β -, γ - емітери, оскільки, як правило, має місце комбінована дія цих факторів, хоча деяка компонента може і переважати.

Як вказувалося вище, α - розпад полягає у самовільному розпаді важких ядер з масовим числом $A \geq 209$ і супроводжується випромінюванням α -

фізичного профілю. На практиці існують галузеві регламенти контролю ядерних матеріалів, як Додаток 4 ГОСТу 8.505-84, що виділяє три елементи: метод, засоби та правила вимірювання ідентифікаційних їх ознак [166].

Визначення складу та сертифікація радіоактивних матеріалів в процесі судової експертизи потребує розробку та впровадження методики виконання вимірювань їх *ідентифікаційних ознак*. Оскільки спільним для даного класу матеріалів є явище *радіоактивності*, базовими параметрами для їх ідентифікації мають стати спектри ядерного випромінювання, їх особливості та характеристичні ознаки [167]. Розглянемо більш детально наукову сторону ядерно-фізичних методів, враховуючи їх перспективність для судової експертизи.

Наявні ядерно-фізичні методи умовно можна поділити на класи *інтегральних та диференціальних* методик. До узагальнених, або інтегральних методик можна віднести такі, що встановлюють, по-перше, чи є взагалі речовина радіоактивною, а по-друге, визначають тип (α -, β -, γ -) та сумарну активність випромінювання ядерних частинок. Встановити об'єднуючі (інтегральні) ознаки для різних класів радіоактивних матеріалів за типом ядерного випромінювання не вдається, оскільки, на практиці вони не зустрічаються в чистому ізотопному вигляді. Навіть ізотопно чисті матеріали з часом збагачуються продуктами поділу, що ускладнює їх ідентифікацію. Тому, в подальшому, більш детально будуть досліджені спектри ядерного випромінювання та можливості їх використання для визначення в речовині певного сорту радіонуклідів.

Роль *диференційних* методик – власне, ідентифікація радіоактивних джерел та встановлення з наперед заданою достовірністю їх кількісних показників, – типу та кількості ізотопів. Такі дослідження проводяться за вказаними енергетичними спектрами випромінювання або розподілу ядерних частинок по енергії. Відомо, що α -, β - чи γ - спектри випромінювання є достатньою ідентифікаційною ознакою подільних матеріалів. По-окремо, вони мають різні інформаційні можливості для ідентифікації конкретних ізотопів, що обумовлено фізикою процесів, які супроводжують випромінювання ядерних частинок. Наявність у хімічних елементів багатьох, до кількох десятків ізотопів покращує достовірність їх ідентифікації у матриці речовини.

Умовно можна виділити ядерно-фізичні методики аналізу складу речовини, що базуються на вимірюванні *стимульованого та спонтанного* ядерного випромінювання. Зауважимо щодо універсальності ядерно-фізичних методик щодо вибору об'єктів експертного дослідження: як зразків радіоактивних матеріалів, так і об'єктів органічного та неорганічного походження.

Стимульовані, або так звані активаційні методики полягають в опромінюванні зразків, що досліджуються, потоками високоенергетичних ядерних частинок, такі як нейтрони (n), прискорені електрони (e), протони (p), чи гамма-кванти (γ) і реєстрації вторинного випромінювання, що виникає при розпаді або релаксації збуджених станів важких ядер.

Фотоядерні методики аналізу ґрунтуються на використанні як

1	2	3	4	5	6	7	8
Товщинометри	Cf-252	Макс	3.1E-03	2.0E-02	1.5E-01	4	
	Cf-252	Мін	3.1E-03	2.0E-02	1.5E-01	4	4
	Cf-252	Тип	3.1E-03	2.0E-02	1.5E-01	4	
	Kr-85	Макс	3.7E-02	3.0E+01	1.2E-03	5	
	Kr-85	Мін	1.9E-03	3.0E+01	6.2E-05	5	4
	Kr-85	Тип	3.7E-02	3.0E+01	1.2E-03	5	
	Sr-90	Макс	7.4E-03	1.0E+00	7.4E-03	5	
	Sr-90	Мін	3.7E-04	1.0E+00	3.7E-04	5	4
	Sr-90	Тип	3.7E-03	1.0E+00	3.7E-03	5	
	Am-241	Макс	2.2E-02	6.0E-02	3.7E-01	4	
	Am-241	Мін	1.1E-02	6.0E-02	1.9E-01	4	4
	Am-241	Тип	2.2E-02	6.0E-02	3.7E-01	4	
	Pm-147	Макс	1.9E-03	4.0E+01	4.6E-05	5	
	Pm-147	Мін	7.4E-05	4.0E+01	1.9E-06	5	4
	Pm-147	Тип	1.9E-03	4.0E+01	4.6E-05	5	
Cm-244	Макс	3.7E-02	5.0E-02	7.4E-01	4		
Cm-244	Мін	7.4E-03	5.0E-02	1.5E-01	4	4	
Cm-244	Тип	1.5E-02	5.0E-02	3.0E-01	4		
Засоби вимірювання рівня заповнення	Am-241	Макс	4.4E-03	6.0E-02	7.4E-02	4	
	Am-241	Мін	4.4E-04	6.0E-02	7.4E-03	5	4
	Am-241	Тип	2.2E-03	6.0E-02	3.7E-02	4	
	Cs-137	Макс	2.4E-03	1.0E-01	2.4E-02	4	
	Cs-137	Мін	1.9E-03	1.0E-01	1.9E-02	4	4
	Cs-137	Тип	2.2E-03	1.0E-01	2.2E-02	4	
	Co-60	Макс	1.9E-02	3.0E-02	6.2E-01	4	
	Co-60	Мін	1.9E-04	3.0E-02	6.2E-03	5	4
Co-60	Тип	8.7E-04	3.0E-02	2.9E-02	4		
Калібровочні джерела	Sr-90	Макс	7.4E-02	1.0E+00	7.4E-02	4	
	Sr-90	Мін	7.4E-02	1.0E+00	7.4E-02	4	a
	Sr-90	Тип	7.4E-02	1.0E+00	7.4E-02	4	
Датчики вологості	Am-241/Be	Макс	3.7E-03	6.0E-02	6.2E-02	4	
	Am-241/Be	Мін	1.9E-03	6.0E-02	3.1E-02	4	4
	Am-241/Be	Тип	1.9E-03	6.0E-02	3.1E-02	4	

1	2	3	4	5	6	7	8	
Вимірювачі густини	Cs-137	Макс	3.7E-04	1.0E-01	3.7E-03	5		
	Cs-137	Мін	3.7E-04	1.0E-01	3.0E-03	5	4	
	Cs-137	Тип	3.7E-04	1.0E-01	3.7E-03	5		
	Засоби вимірювання вологості густини	Am-241/Be	Макс	3.7E-03	6.0E-02	6.2E-02	4	
		Am-241/Be	Мін	3.0E-04	6.0E-02	4.9E-03	5	4
		Am-241/Be	Тип	1.9E-03	6.0E-02	3.1E-02	4	
		Cs-137	Макс	4.1E-04	1.0E-01	4.1E-03	5	
		Cs-137	Мін	3.7E-05	1.0E-01	3.0E-04	5	4
		Cs-137	Тип	3.7E-04	1.0E-01	3.7E-03	5	
		Ra-226	Макс	1.5E-04	4.0E-02	3.7E-03	5	
		Ra-226	Мін	7.4E-05	4.0E-02	1.9E-03	5	4
		Ra-226	Тип	7.4E-05	4.0E-02	1.9E-03	5	
		Cf-252	Макс	2.6E-06	2.0E-02	1.3E-04	5	
Cf-252	Мін	1.1E-06	2.0E-02	5.6E-05	5	4		
Cf-252	Тип	2.2E-06	2.0E-02	1.1E-04	5			
Джереладля кісткової днситометрії	Cd-109	Макс	7.4E-04	2.0E+01	3.7E-05	5		
	Cd-109	Мін	7.4E-04	2.0E+01	3.7E-05	5	4	
	Cd-109	Тип	7.4E-04	2.0E+01	3.7E-05	5		
	Gd-153	Макс	5.6E-02	1.0E+00	5.6E-02	4		
	Gd-153	Мін	7.4E-04	1.0E+00	7.4E-04	5	4	
	Gd-153	Тип	3.7E-02	1.0E+00	3.7E-02	4		
	I-125	Макс	3.0E-02	2.0E-01	1.5E-01	4		
	I-125	Мін	1.5E-03	2.0E-01	7.4E-03	5	4	
Нейтралізатори статистичної електрики	I-125	Тип	1.9E-02	2.0E-01	9.3E-02	4		
	Am-241	Макс	1.0E-02	6.0E-02	1.7E-01	4		
	Am-241	Мін	1.0E-03	6.0E-02	1.7E-02	4	4	
	Am-241	Тип	5.0E-03	6.0E-02	8.3E-02	4		
	Am-241	Макс	4.1E-03	6.0E-02	6.8E-02	4		
	Am-241	Мін	1.1E-03	6.0E-02	1.9E-02	4	4	
Am-241	Тип	1.1E-03	6.0E-02	1.9E-02	4			

РОЗДІЛ 8. ЯДЕРНО-ФІЗИЧНІ МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РАДІОАКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ДОСУДОВОМУ СЛІДСТВІ

Нижче розглядаються підстави та технічні можливості застосування ядерно-фізичних методів у практиці органів досудового слідства. Такі методи орієнтовані на характеристичні ознаки радіоактивних матеріалів, їх застосування потребує дотримання спеціальних регламентів: приміщень, персоналу та апаратури. У повній мірі вказані дослідження можуть бути проведені у ядерних судових лабораторіях, створення яких вважається актуальним.

8.1. Характеристика ознак радіоактивних матеріалів та класифікація ядерно-фізичних методів їх ідентифікації

Метою даного розділу є систематизація даних про параметри ідентифікації радіоактивних матеріалів, виходячи з характеристичних ознак випромінювання ізотопів, з яких вони складаються. В першу чергу, це тип та енергетичний спектр ядерних частинок. Особливу увагу необхідно приділити застосуванню ядерно-фізичних методик, як нового підходу, який безпосередньо орієнтований на дослідження радіоактивних матеріалів. Він має великі перспективи як базовий інструмент дослідження у ядерних-судових лабораторіях для відповідей на цілий ряд питань, зокрема, про хімічний, домішковий та ізотопний склад, співвідношення компонентів, наявність та інтенсивність α -, β - чи γ - ядер-випромінювачів об'єктів дослідження.

Тому наступним важливим завданням є ідентифікація ядерних матеріалів, що має дати відповідь на цілий ряд питань – який є їх хімічний, домішковий та ізотопний склад, співвідношення компонент, наявність та α -, β - чи γ -емітерів? Як показано вище, така інформація важлива для оцінки ступеня загрози життю людей, завданих матеріальних збитків та для розробки адекватних мір щодо нейтралізації ядерної загрози.

На даний час у вітчизняній судовій експертизі не існує практики та методичних розробок проведення подібних досліджень, особливо, щодо встановлення ізотопного складу речовини. Адже, встановлення навіть хімічного складу радіоактивних матеріалів традиційними методами аналізу є складним та коштовним завданням, а визначення ізотопного складу речовини потребує застосування спеціальних ядерно-фізичних методик (устаткування, приміщень, персоналу). У методичному плані це завдання є новим для потреб судово-експертних оцінок, як по вибору технічних засобів, так і регламентів роботи (послідовності операцій, достовірності даних) з радіоактивними матеріалами. Враховуючи актуальність створення мережі ядерних судових лабораторій, доцільним є детальний аналіз можливостей ядерно-фізичних методик для експертних оцінок.

Необхідно зауважити, що натеper такі роботи являють окремі наукові дослідження, які доступні обмеженому числу наукових закладів ядерно-

в даної особи?

7. Чи однакові за хіміко-фізичним складом радіоактивні речовини, виявлені при особистому огляді даної особи з радіоактивними речовинами, які виготовлялися, використовувалися чи зберігалися на визначеному підприємстві?

Результати аналізу вилучених радіоактивних матеріалів, проведеного судовою експертизою, мають винятково важливе значення для процедури та результатів проведення судової справи. Тому подальший розвиток та вдосконалення судової експертизи в частині дослідження радіоактивних матеріалів є дуже важливим.

В цьому плані доцільним є аналіз характеристичних ознак, за якими може проходити експертне дослідження радіоактивних матеріалів, а також можливостей ядерно-фізичних методик.

**Література:
праці, які опубліковані авторами
за темою дослідження**

1. Біленчук П.Д., Маслюк О.В. Особливості протидії ядерній організованій злочинності у Європейському правовому просторі: роль України // Науковий вісник Львівського юридичного інституту. Серія юридична. Збірник / Головний редактор В.Л. Ординський. – Львів: Львівський юридичний інститут МВС України. – вип. 3. – 2005. С. 96-101.

2. Біленчук П.Д., Маслюк О.В. Використання сучасних ядерно-фізичних методик у боротьбі зі злочинами, пов'язаними з незаконним поводженням з радіоактивними матеріалами // Спеціальна техніка у правоохоронній діяльності: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Частина 2). – Національна академія внутрішніх справ України, 2005. – С. 124-134.

3. Біленчук П.Д., Маслюк О.В. Тіньовий ринок ядерних матеріалів: сучасний стан та нові загрози // Актуальні проблеми політики. Збірник наукових праць / Голов. ред. С.В. Ківалов; відп. за вип. Л.І. Кормич. – Одеса: «Фенікс», 2005. – Вип. № 26. – С. 33-38.

4. Біленчук П.Д., Маслюк О.В. Сучасний стан та проблеми боротьби з незаконним поширенням радіоактивних матеріалів в Україні // Використання сучасних досягнень криміналістики у боротьбі зі злочинністю: Матеріали міжвузівської науково-практичної конференції студентів, курсантів і слухачів. Донецьк, 30 квітня 2004 року. – Донецьк: ДЮІ МВС при ДонНУ, 2004. – С. 64-74.

1	2	3	4	5	6	7	8	
Діагностичні ізотопні генератори	Po-210	Макс	4.1E-03	6.0E-02	6.8E-02	4		
	Po-210	Мін	1.1E-03	6.0E-02	1.9E-02	4	4	
	Po-210	Тип	1.1E-03	6.0E-02	1.9E-02	4		
	Mo-99	Макс	3.7E-01	3.0E-01	1.2E+00	3		
	Mo-99	Мін	3.7E-02	3.0E-01	1.2E-01	4	4	
	Mo-99	Тип	3.7E-02	3.0E-01	1.2E-01	4		
	Медицинні відкриті джерела	I-131	Макс	7.4E-03	2.0E-01	3.7E-02	4	
		I-131	Мін	3.7E-03	2.0E-01	1.9E-02	4	с
		I-131	Тип	3.7E-03	2.0E-01	1.9E-02	4	
Категорія 5								
Джерела для рентгено флуоресцентних аналізаторів РФА	Fe-55	Макс	5.0E-03	8.0E+02	6.2E-06	5		
	Fe-55	Мін	1.1E-04	8.0E+02	1.4E-07	5	5	
	Fe-55	Тип	7.4E-04	8.0E+02	9.3E-07	5		
	Cd-109	Макс	5.6E-03	2.0E+01	2.8E-04	5		
	Cd-109	Мін	1.1E-03	2.0E+01	5.6E-05	5	5	
	Cd-109	Тип	1.1E-03	2.0E+01	5.6E-05	5		
	Co-57	Макс	1.5E-03	7.0E-01	2.1E-03	5		
	Co-57	Мін	5.6E-04	7.0E-01	7.9E-04	5	5	
	Co-57	Тип	9.3E-04	7.0E-01	1.3E-03	5		
Джерела датчиків електронного захвата	Ni-63	Макс	7.4E-04	6.0E+01	1.2E-05	5		
	Ni-63	Мін	1.9E-04	6.0E+01	3.1E-06	5	5	
	Ni-63	Тип	3.7E-04	6.0E+01	6.2E-06	5		
	H-3	Макс	1.1E-02	2.0E+03	5.6E-06	5		
	H-3	Мін	1.9E-03	2.0E+03	9.3E-07	5	5	
	H-3	Тип	9.3E-03	2.0E+03	4.6E-06	5		
Громовідводи	Am-241	Макс	4.8E-04	6.0E-02	8.0E-03	5		
	Am-241	Мін	4.8E-05	6.0E-02	8.0E-04	5	5	
	Am-241	Тип	4.8E-05	6.0E-02	8.0E-04	5		
	Ra-226	Макс	3.0E-06	4.0E-02	7.4E-05	5		
	Ra-226	Мін	2.6E-07	4.0E-02	6.5E-06	5	5	
	Ra-226	Тип	1.1E-06	4.0E-02	2.8E-05	5		
	H-3	Макс	7.4E-03	2.0E+03	3.7E-06	5		
	H-3	Мін	7.4E-03	2.0E+03	3.7E-06	5	5	
	H-3	Тип	7.4E-03	2.0E+03	3.7E-06	5		

1	2	3	4	5	6	7	8
Джерела для брахитерапії малі потужності дози для очних бляшок і довготривалі імплантати	Sr-90	Макс	1.5E-03	1.0E+00	1.5E-03	5	
	Sr-90	Мін	7.4E-04	1.0E+00	7.4E-04	5	5
	Sr-90	Тип	9.3E-04	1.0E+00	9.3E-04	5	
	Ru/Rh-106	Макс	2.2E-05	3.0E-01	7.4E-05	5	
	Ru/Rh-106	Мін	8.1E-06	3.0E-01	2.7E-05	5	5
	Ru/Rh-106	Тип	2.2E-05	3.0E-01	7.4E-05	5	
	Pd-103	Макс	1.1E-03	9.0E+01	1.2E-05	5	
	Pd-103	Мін	1.1E-03	9.0E+01	1.2E-05	5	5
Контрольні джерела для позитронної емісійної томографії ПЕТ	Ge-68	Макс	3.7E-04	7.0E-01	5.3E-04	5	
	Ge-68	Мін	3.7E-05	7.0E-01	5.3E-05	5	5
	Ge-68	Тип	1.1E-04	7.0E-01	1.6E-04	5	
Джерела для мессбауерської спектроскопії	Co-57	Макс	3.7E-03	7.0E-01	5.3E-03	5	5
	Co-57	Мін	1.9E-04	7.0E-01	2.6E-04	5	5
	Co-57	Тип	1.9E-03	7.0E-01	2.6E-03	5	5
Тритієві мішені	H-3	Макс	1.1E+00	2.0E+03	5.6E-04	5	
	H-3	Мін	1.1E-01	2.0E+03	5.6E-05	5	5
	H-3	Тип	2.6E-01	2.0E+03	1.3E-04		
Медичні відкриті джерела	P-32	Макс	2.2E-02	1.0E+01	2.2E-03	5	
	P-32	Мін	2.2E-02	1.0E+01	2.2E-04	5	c
	P-32	Тип	2.2E-02	1.0E+01	2.2E-03	5	

Примітка:

^a Калібровочні джерела вказані в усіх категоріях, крім категорії 1. Вони вказані в табл.2 для відповідних категорій у відповідності з радіонуклідом і видом практичної діяльності. Регулюючий орган може змінити це значення на основі конкретних факторів і обставин.

^b Джерела на основі Pu-238 в наш час не виготовляються для використання в кардіостимуляторах.

^c Відкриті медичні джерела зазвичай відносяться до категорій 4 і 5. Властивості цих джерел – як відкритих джерел, та їх короткий період напіврозпаду вимагають їх категоризації в кожному конкретному випадку.

Вимогою до правильності та відповідності висновків при судовій експертизі є їх адекватне відображення результатів досліджень. Існують два методи досягнення результатів, що полягають як у підвищенні точності експертної оцінки для забезпечення судового процесу за рахунок використання більш досконалих методик та приладів. При цьому зменшується так звана систематична похибка вимірювань характеристик радіоактивних матеріалів. З іншого боку, можливим є шлях збільшення кількості фізичних чи хімічних методик судової експертизи для досягнення заданої точності отримання даних. Цей шлях можна позиціонувати із зменшенням статистичної похибки вимірювань. В останньому разі це досягається різносторонністю дослідження радіоактивного матеріалу, тобто, використання різних технічних прийомів, пошук спільних областей описання доказових матеріалів для подальшого формулювання достовірних аргументів.

Чуливість аналітичних технічних прийомів має бути надзвичайно високою, коли кількість доказових матеріалів є малою. В деяких справах предметом дослідження є мікроскопічні сліди радіоактивного забруднення, причому внаслідок малого періоду напіврозпаду вони можуть бути втрачені через короткий час. Навіть за наявності достатньої кількості радіоактивного матеріалу ядерно-фізичні методики мають одночасно забезпечити достовірне встановлення максимально можливого числа параметрів предмету дослідження.

Результати судово-експертних досліджень щодо радіоактивних матеріалів, їх оцінки, дані моделювання, рекомендації та прогнози повинні бути оприлюднені у формі технічного доповіді [163, 37]. Як і щодо будь-якого предмету дослідження, судова експертиза у випадку радіоізотопних ДІВ має свій власний предмет та об'єкт дослідження. Коли об'єктами експертизи є матеріальні носії доказової інформації, зібрані й надані судовому експерту, слідчим та суду, а в даному випадку це є радіоактивні матеріали чи ядерні технології, а також інші предмети, які зазнали впливу радіації, то предмет ядерної судової експертизи повністю визначається питаннями, поставленими слідчим або судом.

На вирішення експертизи радіоактивних матеріалів можуть бути поставлені такі питання, перелік яких не є вичерпним [165]:

1. Чи є наданий на дослідження матеріал (речовина) радіоактивним, якщо так, який його хімічний та радіоізотопний склад?
2. Якою є активність ядерного випромінювання та його тип, тобто, чи є він α -, β -, чи γ - випромінювачем?
3. Чи можна виявлений матеріал (речовину) застосувати чи використати для завдання шкоди здоров'ю людини чи навколишньому природному середовищу, якщо так, то яка його ступінь суспільної небезпеки?
4. Якого додаткового опромінювання зазнали учасники проведення слідчих дій та випадкові особи при контакті з ДІВ?
5. Чи забезпечує контейнер, в якому знаходиться матеріал (речовина), безпечні для оточуючих людей умови його зберігання та перевезення?
6. Чи є на наданих для дослідження предметах (одязі, автомобілі, предметах побуту тощо) ознаки радіоактивних матеріалів (речовин), виявлені

відобразити на схемі, яка представляє їх алгоритм, рис. 7.1.

Результати аналітичних досліджень допомагають кримінальному судочинству зосередити увагу на певних напрямках розслідування. Більш сфокусоване розслідування допомагає у подальшому виявляти нові докази, що потім можуть бути використані для поєднання цих доказів з конкретними людьми чи місцями, допомагаючи судовому процесу.

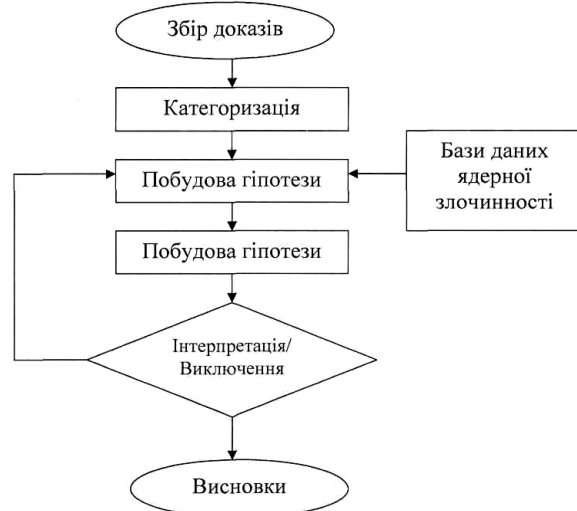


Рис. 3.1. Алгоритм проведення судово-експертних досліджень по справах, що стосуються ядерної злочинності

Деякі результати, такі як ізотопний аналіз, можуть забезпечити докази тільки загальними даними, що дасть можливість віднести радіоактивний матеріал до широкої категорії (радіоактивних, ядерних) речовин, технологічних циклів їх використання або можливого числа крайнорозробників. Інші результати, такі як більш глибокі ідентифікаційні характеристики щодо розміру чи маркування матеріалу, можуть бути ключем для визначення специфіки експлуатації та дати виробництва. Інколи результати аналізів можуть забезпечити отримання необхідної інтерпретації лише у тому випадку, коли вони поєднують результати декількох таких досліджень. В деяких випадках для забезпечення достовірності результатів бажане їх дослідження різними ядерно-фізичними методами.

Оскільки результати ядерних судових досліджень використовуються в судовому процесі як докази, тому є важливим, щоб їх достовірність та якість інтерпретації були високими. Суворе дотримання процедури збирання та дослідження доказів мають бути гарантією того, що аналітичні результати відповідають доказам зібраним на місці події [36]. Сертифікація методик та апаратури, що використовується при судовій експертизі, їх регулярна перевірка, має гарантувати достовірність та повноту отриманої доказової бази даних.

РОЗДІЛ 4. ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ: ОСНОВНІ НОРМАТИВНІ АКТИ УКРАЇНИ ТА ПРИКОРДОННИХ З НЕЮ ДЕРЖАВ

Україна	Закон про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку, 1995 р. Закон про захист від іонізуючої радіації, 1998 р. Закон про фізичний захист ядерних потужностей, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів та інших радіоактивних джерел, 2000 р. Закон про цивільну відповідальність за ядерну шкоду, 2001 р.
Російська Федерація	Закон про використання ядерної енергії, 1995 р. Постанова про систему обліку та контролю за ядерними матеріалами, 1995 р. Закон про радіаційний захист населення, 1996 р. Законодавство про відшкодування яд. шкоди, та ряд інших (3 акти, прийняті в 1992р., 1998 р., 2002 р.) Закон про цивільну відповідальність за ядерну шкоду, 2002 р.
Білорусія	Закон про радіаційний захист населення та її правове забезпечення, 1998 р. Закон про транспортування небезпечних речей, 2001 р. Закон про захист населення та навколишнього середовища від надзвичайних подій природного і техногенного характеру, 1998 р. Рішення про встановлення єдиної системи обліку та контролю за радіоактивними джерелами, 1999 р.
Польща	Акт про контроль за ядерними матеріалами, 1987 р. (зміни в 1997р.) Закон про атомну енергію, 2000 р. Акт про фізичний захист ядерних матеріалів, 2001 р. Акт про визначення лімітів доз іонізуючої радіації для населення, 2002 р. Акт про контроль за імпортом, експортом та транзитом ядерних матеріалів, 2002 р.
Словацька республіка	Закон про мирне використання ядерної енергії та його правове забезпечення, 1998 р. Постанова про планування надзвичайних ядерних інцидентів чи подій, 1999 р. Постанова про вимоги до фізичного захисту ядерних об'єктів, ядерних матеріалів, 1999р. Постанова про облік та контроль за ядерними матеріалами, 1999 р. Постанова про оцінку ядерної безпеки, 2003 р.
Угорщина	Закон про атомну енергію, 1996 р. Закон про контроль та організацію захисту в разі ядерної катастрофи, 1999 р. Постанова про основоположні стандарти радіаційного захисту, 2000 р.
Румунія	Положення про імпорт та експорт ядерних матеріалів, 1992 р. (зі змінами в 1996 році) Закон про безпечне керівництво ядерною діяльністю, 1996 р. Закон про захист від надзвичайних подій, 1995 р. Закон про цивільну відповідальність за ядерну шкоду, 2001 р. Норми фізичного захисту в ядерній області, 2001 р.
Республіка Молдова	Постанова про транспортування небезпечних речей територією Республіки Молдова, 1994 р. Закон про радіаційний захист та безпеку, 1997 р.

**РОЗДІЛ 5.
МІЖНАРОДНО-ПРАВОВІ УГОДИ ІЗ ЗАПОБІГАННЯ
ТА ПРОТИДІІ ЯДЕРНІЙ ЗЛОЧИННОСТІ**

	Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage, 1963	Physical Protection Convention, 1979	Early Notification Convention, 1986	Assistance Convention, 1986	Joint Protocol, 1988	Nuclear Safety Convention, 1994	Protocol to Amend the Vienna Convention, 1997	Convention, on Supplementary Compensation, 1997
Україна	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Підписано	Підписано
Російська Федерація	Підписана	Так	Так	Так	Так	Ні	Ні	Ні
Білорусія	Так	Так	Так	Так	Так	Ні	Так	Ні
Польща	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Підписано	Ні
Словацька республіка	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Ні	Ні
Угорщина	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Підписано	Ні
Румунія	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Республіка Молдова	Так	Так	Так	Так	Так	Ні	Ні	Ні

по виготовленню ядерного палива, яке виробляє такі таблетки. В даній ситуації необхідна була додаткова інформація щодо концентрації хімічних домішок чи особливостей методів виробництва ядерного палива, які проявлялися у різному ступені гладкості поверхонь. Саме остання інформація дозволила визначити необхідний завод, оскільки там застосовувалось мокре шліфування, що давало більш гладку поверхню у порівнянні з сухою шліфовкою, яка використовувалась на іншому заводі [164].

Інтерпретація отриманих у процесі судової експертизи результатів, наприклад, для ядерних матеріалів повинна включати описання особливостей функціонування різних типів реакторів, вимог до ядерного палива, а також процес моделювання (час кампанії, умови експлуатації) та базу даних досліджень для встановлення виробника. Вміння зіставляти отримані в результаті судової експертизи дані з наявною інформацією про методи, які реально використовуються в місцях отримання ядерного палива, умов експлуатації реакторів, чи стану радіоактивних відходів з попередніми справами, пов'язаними з контрабандою та іншим незаконним поводженням з радіоактивними матеріалами, суттєво допоможе в розкритті даних інцидентів.

На даний час у світі існує думка про необхідність створення єдиної бази даних специфікації радіоактивних матеріалів як за характеристиками виробника чи експлуатаційника, так і вилучених з незаконного обігу [164]. Ця база даних повинна містити всю інформацію про особливості та технології виготовлення чи використання радіоактивних матеріалів в різні часи на різних підприємствах. Маючи доступ до такої бази даних, судовий експерт має можливість зіставляти матеріал, що досліджується, та реєстраційні записи підприємства.

Тому, на початку судового процесу, що стосується випадків ядерної злочинності, результати судової експертизи чи висновків залучених експертів щодо радіоактивних матеріалів доцільно зіставляти зі сценаріями інших інцидентів з радіоактивними матеріалами. В ході такої діяльності констатація відсутності спільних рис між ними відкидає причетність злочинців до інших інцидентів. Необхідно відмітити, що натепер лише в одиничних сценаріях справ по ядерній злочинності проводиться така робота, що пов'язано з багатьма обставинами: міжнародний характер ядерної злочинності, приховування даних про її випадки тощо.

Схему ядерного експертного дослідження зручно представити у формі дедуктивного процесу. Ядерний судовий експерт розвиває гіпотези, які базуються на першопочаткових даних ядерно-фізичних досліджень. В ході їх розвитку експерт підтверджує чи спростовує наявність певних ознак, що є свідченням того, що гіпотеза є правдивою. Потім судовий експерт проводить різноманітні тестові дослідження для підтвердження чи спростування наявності вказаних ознак. Доступ до бази даних, отриманих іншими експертами в інших країнах є важливим засобом для формулювання експертом гіпотези та визначення методів її перевірки. Якщо вказані тести показали відсутність ознак, то експерт відмовляється від даної гіпотези. Якщо ознаки підтвердилися, то експерт на основі правдивої гіпотези розвиває подальші дослідження. Процес ядерних судово-експертних досліджень можна

судової експертизи. За їх наявністю можна прогнозувати умови отримання радіоактивного матеріалу, методи експлуатації матеріалу та специфіки місць, де він зберігався. Основними важливими підходами до визначення ознак є:

– власне, дані емпіричного експертного дослідження ядерних та радіоактивних матеріалів;

– моделювання, припущення та рекомендації щодо предмету ядерної злочинності, засноване на отриманих результатах хімічних та фізичних досліджень.

Так, емпіричними ознаками радіоактивних матеріалів є [29] їх хімічні, фізичні, елементарні, ізотопні характеристики. *Фізичними характеристиками* матеріалу є будова, розмір, форма, стан обробки поверхні, склад хімічних домішок матеріалу, в разі порошку – параметри кристалітів, наповнювач тощо. Наприклад, розмір та стан обробки таблеток свіжого ядерного палива відображає його виробництво. Розмір кристалітів, склад наповнювача, наявність супутніх ізотопів, що генетично пов'язані з базовим подільним матеріалом (ураном-235, плутонієм-239) можуть забезпечити доказовість процесів переробки чи експлуатації урану.

Хімічні ознаки матеріалу характеризують точну хімічну будову або тип хімічного зв'язку, кристалічної будови. Наприклад, оксид урану може бути відображений в різних хімічних формах UO_2 , U_3O_8 або UO_3 , кожна з яких відображає окремі цикли підготовки ядерного палива. Наявність в них деяких органічних компонентів може бути ознакою повторної переробки.

Елементарні ознаки включають визначення основних, другорядних та інших складових слідів. Коли основні характеристики, встановлені судовою експертизою, сприяють визначенню природи матеріалу, то другорядні сприяють визначенню функціонального його призначення. Як вказувалося вище, слідові елементи можуть забезпечити визначення умов виготовлення, експлуатації та обробки матеріалу.

Ізотопні ознаки включають можливість встановлення характеристик експлуатаційних процесів радіоактивного матеріалу, характеру протікання ядерних реакцій поділу: спонтанних чи під дією γ -квантів (фотоподіл), їх позначають (γ, f) , нейтронного захоплення, відповідно, (n, f) , що є ознакою перебування матеріалу в реакторі. Важливим є встановлення наявності чи відсутності радіоактивної рівноваги у генетичних ланцюжках ізотопів урану, торію або плутонію.

Відповідно до процедури судової експертизи в процесі отримання власних результатів досліджень та отримуючи додаткові дані, експерт спільно з особою, яка здійснює провадження по справі, шляхом виключення встановлюють місце вірогідного походження та експлуатації радіоактивного матеріалу.

Приклади проведення таких експертиз містяться в базах даних МАГАТЕ. Так, в місті Ульма (Німеччина) поліція виявила в банківському сейфі 202 радіоактивні таблетки. Форма таблеток вказувала на те, що вони являють собою ядерне паливо для легководного реактора. Аналіз виявив збагачений на 4,3% $U-235$, що свідчило про їх призначення для нового завантаження в реактор (кампанію). Хімічні добавки відповідали специфікаціям двох заводів

РОЗДІЛ 6. ОСОБЛИВОСТІ РОЗСЛІДУВАННЯ ЗЛОЧИНІВ У СФЕРІ ОБІГУ РАДІОАКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Особливий характер ядерної злочинності пов'язаний із розглянутими вище засобами злочину – ядерними та радіоактивними матеріалами, технологіями та генеруючими пристроями – потребує введення в практику криміналістичного дослідження нових методик, технічних засобів та технологій для оцінки тяжкості злочину, встановленні його обставин, характеру та наслідків.

Розглянуті особливості міжнародного та національного ядерних законодавств мають знайти своє відображення в частині, що регламентує практичну діяльність правоохоронних органів при розкритті та розслідуванні злочинів, предметом яких є ядерні та радіоактивні матеріали. Враховуючи особливість предмету злочинної діяльності, необхідне вдосконалення криміналістичних аспектів протидії ядерній злочинності, забезпечення повноти національного кримінально-процесуального законодавства. Розглядаючи правову сторону запобігання і протидії цьому виду протиправної діяльності, необхідно провести аналіз наявних кримінально-процесуальних положень законодавства, які визначають поведінку та межі діяльності учасників кримінального судочинства.

Перелік, порядок проведення та коло учасників окремих слідчих дій, в тому числі необхідних для розслідування злочинів, предметом яких є ядерні та радіоактивні матеріали, визначено Кримінально-процесуальним кодексом (КПК) України [154], окремі положення якого доповнюються іншими нормативними актами. Зазначені акти регулюють різноманітні сторони діяльності учасників кримінального процесу: склад слідчо-оперативних груп, їх технічне забезпечення, а в деяких випадках сприяють виробленню схем, алгоритму та порядку розслідування окремих видів злочинів.

Однією з найважливіших слідчих дій, від якості та повноти проведення якої залежить подальше розслідування справи, є огляд місця події. Відповідно до ст. 190 КПК України під оглядом розуміється слідча дія, метою якої є виявлення слідів злочину та інших речових доказів, з'ясування обстановки злочину, а також інших обставин, які мають значення для справи. При розслідуванні випадків ядерної злочинності огляду можуть підлягати різноманітні об'єкти, що обумовлено особливістю форм її прояву. В залежності від цього об'єктами огляду можуть виступати:

– огляд місця події: місце затримання чи вилучення радіоактивного матеріалу, службових приміщень підприємства тощо;

– огляд приміщень та ділянок місцевості, які не являються місцем події, але в силу різних обставин зазнали радіаційного впливу вилученого радіоактивного матеріалу;

– огляд предметів злочину: радіоактивні матеріали, пристосування для їх зберігання та перевезення тощо;

– огляд жертв опромінення чи трупа.

Проведення огляду місця події та інших об'єктів регулюється кримінально-процесуальним законодавством України (ст. 190-192 КПК України) [154], а також окремими підзаконними актами, що визначають питання організації діяльності органів досудового слідства та дізнання в системі МВС України та взаємодії їх з іншими службами органів внутрішніх справ; експертно-криміналістичних підрозділів органів внутрішніх справ; заходів по організації розкриттю злочинів та іншими відомчими актами міністерств. Враховуючи соціальну небезпеку даного виду злочинної діяльності та особливі умови провадження по даній категорії справ, Кабінет Міністрів України 2 червня 2003 року прийняв Постанову № 813 «Про затвердження Порядку взаємодії органів виконавчої влади та юридичних осіб, які проводять діяльність у сфері використання ядерної енергії, в разі виявлення радіонуклідних джерел іонізуючого випромінювання у незаконному обігу». [101] Зазначений нормативний акт роз'яснює ряд важливих понять, визначає порядок організації, коло та процесуальний порядок діяльності учасників розслідування випадків виявлення радіоактивних матеріалів в незаконному обігу під час проведення окремих слідчих дій.

Так, відповідно до п. 3 Постанови [101] у разі виявлення підозрюваного матеріалу, тобто фізичного об'єкту, який має зовнішні ознаки (попереджувальні написи про радіаційну небезпеку, маркування, спеціальні знаки тощо) або ж дані про фізичні характеристики радіонуклідного ДІВ, до діяльності щодо його первинного обстеження та попереднього встановлення меж контрольованої зони залучаються місцеві органи виконавчої влади, якщо інформацію отримано від фізичних або юридичних осіб, які не є органами дізнання чи досудового слідства, а в разі якщо підозрюваний матеріал виявлено у результаті оперативно-розшукових дій – органи, які провадять оперативно-розшукову діяльність та Держмитслужба.

Необхідно зазначити, що законодавець наділяє місцевий орган виконавчої влади, під яким потрібно розуміти міські, районні чи обласні державні адміністрації, координуючою функцією, а саме на даний орган покладається завдання організації взаємодії правоохоронних органів, органів безпеки, митниці та подальшому залученню до їх діяльності інших державних органів, які здійснюють діяльність в даній сфері. Це, за задумом законодавців, обумовлено необхідністю залучення до провадження по цій категорії справ різноманітних державних органів, які, зазвичай не є підконтрольними один одному.

Однак, випадки виявлення радіоактивних матеріалів в незаконному обігу можуть трапитися в будь-який час доби та день тижня, в тому числі, у вихідні чи святкові дні, що ускладнює завдання інформування місцевого органу виконавчої влади, залучення та координацію інших державних структур, наприклад, для охорони місця події, нейтралізації наслідків радіоактивного забруднення тощо. При даному збігу обставин будь-яке зволікання може завдати значної шкоди здоров'ю людей, майну чи навколишньому середовищу, а також не сприятиме розкриттю даного злочину по гарячих слідах. Крім того, не в кожному місцевому органі виконавчої влади існує

радіоізотопних ДІВ можливе застосування методик, що на тривалий час змінюють характеристики їх ядерного випромінювання, наприклад, нейтронно-активаційних методик. Тому, вибір послідовності проведення експертного дослідження, чергування методик вивчення характеристик стимульованого та спонтанного ядерного випромінювання з обов'язковою диференціацією щодо його типу (α -, β - та γ -випромінювання) є обов'язковою умовою правильності експертних висновків.

Подальший аналіз повинен бути скерованим завданнями проведення повторної категоризації вилучених радіоактивних матеріалів. При виборі методів (методик) дослідження рішення експертної команди, в першу чергу, має базуватися на досягненні кінцевої мети дослідження (ядерні, неядерні матеріали, ступінь суспільної загрози), інформації, яку необхідно отримати для судового процесу. Така постановка завдання підпорядковує супутні заходи як вибір потрібної кількості матеріалу, на якому можна провести дослідження, спосіб та метод його проведення.

Об'єктами експертного дослідження радіоізотопних ДІВ є не тільки вилучені матеріали, але і зразки-еталони, необхідні для проведення порівняльного дослідження. Ідентифікація радіоактивних матеріалів, повнота зібраної інформації є чи не найголовнішою метою судової експертизи в справах випадків прояву ядерної злочинності, а її результати визначають подальший хід розслідування. Складність ідентифікації радіоактивного матеріалу обумовлена особливістю його характеристики, потребою окрім встановлення хімічних (склад, агресивність щодо хімічної взаємодії), фізичних (фазовий стан, міцність, колір та інше) характеристик його ізотопного складу. Як показано вище, потреба в комплексності досліджень впливає з того, що в кожному ядерному та радіоактивному матеріалі ізотопний склад хімічних елементів, які входять до нього унікальний та відрізняється від складу елементів в природних умовах і визначається умовами збагачення, вибором вихідної сировини тощо [164]. Характер поширеності ряду ізотопів відображає процеси збагачення та опромінення (кампанії використання) в ядерних енергетичних реакторах. Тому ядерна судова експертиза оперує поняттям характеристикації вилученого матеріалу.

Метою характеристикації є подальше визначення природи та характеристик речового доказу – радіоактивного матеріалу. Її основна мета полягає як у зазначеному вище повному елементарному (ізотопному, хімічному) аналізі радіоактивного матеріалу з описанням основних та другорядних його складових, так і параметрів ядерного випромінювання (інтенсивність, проникаюча здатність, спектральний склад тощо). Характеризація може не включати аналіз наявних баз судових даних, моделювання умов збагачення матеріалу.

Після отримання всіх необхідних даних про досліджувані матеріали необхідно провести їх ядерну судово-експертну інтерпретацію, під якою необхідно розуміти формулювання висновків щодо походження радіоактивного матеріалу, його виробника (географічний, технологічний фактори) та часу виробництва [36]. Для досягнення вказаної мети необхідно залучити всі характерні ознаки вилученого матеріалу, встановлені в ході

про стан механічної обробки поверхні таблеток ядерного палива для легководного реактора та вміст домішки (натрію), встановлений традиційними спектроскопічними методами, дозволяє встановити завод-виробник цієї продукції. З іншого боку, ідентичність за ступенем збагачення радіоактивних зразків, наприклад, ізотопом урану 235, вилучених в різний час, в різних країнах дозволяє правоохоронцям вийти на вихідну збірку, з якої вони були виготовлені як компонент реактора на швидких нейтронах [164]. Важливо, що наявність ядерних судових лабораторій дозволить створити банк даних предметів ядерної злочинності як і у випадку звичайних предметів злочину – зразків зброї, наркотиків, що вкрай потрібно для вдосконалення методів протидії ядерній злочинності та тероризму.

У випадку радіоактивних матеріалів судовий експерт має забезпечити всі заходи безпеки при виконанні дослідження, спрямовані на недопущення забруднення територій та радіоактивного опромінення (забруднення) інших доказів [36]. План таких заходів на проведення експертного дослідження ДІВ залучений персонал повинен розробити перед проведенням робіт поряд із описом порядку застосування методів та апаратури для дослідження. У зв'язку з характером ядерних судових експертиз даний план може зазнавати уточнень в ході отримання нових відомостей про об'єкти дослідження чи інших даних, одержаних в результаті оперативних заходів.

Важливе значення відіграє достовірність отриманої в результаті експертного дослідження інформації. Таке завдання досягається як збільшенням кількості об'єктів дослідження, тобто, забезпеченням статистики вимірів, так і застосуванням різних ядерно-фізичних методів. В останньому разі можливий поділ об'єктів дослідження на декілька партій та дослідження їх різними методами, які будуть проаналізовані нижче. Якщо кількість зразків є надто малою для забезпечення статистики вимірювань або ж малою є їх маса (об'єм), то відповідний план повинен містити обмеження на умови надання на експертизу зразків. І, як правило, бажаним є застосування неруйнівних методів аналізу, наприклад, гамма-активаційних методик [36].

Якщо доказ наданий окремим предметом, наприклад, у вигляді закритого (неметалевого) контейнера, то в даному випадку можливе застосування рентгенівського просвічування для з'ясування природи доказу та перевірки наявності чи відсутності в ньому вибухівки [163, 28]. І лише після переконання про відсутність небезпеки дозволяється проведення подальших дій.

Вивчення вилученого ядерного та радіоактивного матеріалу має ряд спільних та відмінних рис з класичною судовою експертизою. На відміну від більшості традиційних експертних досліджень, ідентифікація радіоактивних матеріалів є багатоетапним дослідженням, у процесі якого виявляються ознаки не однієї (хімічний склад, вага, колір) або сукупності характеристик об'єктів дослідження, включно з наведеними, але і властивостей ядерного випромінювання. Даний аналіз має включати певні послідовності дій: результати, отримані на первинному етапі будуть використовуватися для проведення подальших досліджень. При проведенні дослідження

кваліфікований механізм роботи з питань координації інших державних органів при виявленні радіоактивних матеріалів в незаконному обігу, а положення даного нормативного акту не є доведеним до відома керівників місцевих органів виконавчої влади.

Тому запропонована процедура організації огляду місця виявлення радіоактивного матеріалу та забезпечення при цьому радіаційної безпеки не відповідає реальним умовам сьогодення. Тим більше, що вимоги Постанови № 813 [101] входять в протиріччя з положеннями ст. 114 КПК України, згідно якої всі питання щодо порядку проведення досудового слідства та будь-яких слідчих дій вирішуються слідчим одноособово. Іншими словами, при огляді місця події слідчий як представник правоохоронного органу самостійно вирішує питання його організації, в тому числі й залучення представників інших установ та організацій без винятку. Виходячи з цих міркувань, бачимо що положення Постанови КМУ № 813 суперечить чинному кримінально-процесуальному законодавству в частині визначення ролі та місця місцевих органів державної виконавчої влади при розслідуванні злочинів, пов'язаних з незаконним обігом радіоактивних матеріалів.

Напевно, при прийнятті даної Постанови законодавець посилював ст. 21 Закону України «Про місцеві державні адміністрації» від 9 квітня 1999 р. [156], де місцевим державним адміністраціям поставлено у вимогу вживати заходів щодо організації робіт по ліквідації наслідків екологічних аварій із залученням підприємства, установи, організації незалежно від форм власності та громадян. Тобто, вони наділені координуючою функцією тільки при усуненні негативних наслідків потрапляння та перебування радіоактивних матеріалів у незаконному обігу, а не в організації огляду місця події.

Тим більше, що, згідно ст. 114 КПК України [154], у випадку виявлення радіоактивних матеріалів у незаконному обігу для забезпечення кваліфікованого огляду місця події слідчий, відповідно до положень ст. 128-1 КПК України [154], має всі повноваження для залучення фахових спеціалістів, що мають спеціальні знання та сертифіковані технічні засоби для вжиття невідкладних заходів щодо фіксації всіх слідів злочинів та визначення рівня радіоактивного забруднення.

Кримінально-процесуальне законодавство України не обмежує перелік слідчих дій, для участі в провадженні яких може бути залучений фаховий спеціаліст, більш того, його роль у слідчих заходах у випадках ядерної злочинності є дуже важливою, враховуючи її особливий характер та ступінь суспільної загрози. При розкритті такого роду злочинів основною метою залучення спеціаліста є використання його знань та регламентів поведінки з радіоактивними матеріалами при їх виявленні, ідентифікації та вилученні як доказу. Результати діяльності спеціаліста при огляді місця події щодо виявлення радіоактивних матеріалів чи радіоактивного забруднення не мають самостійного доказового значення, однак виступають як складова частина діяльності всіх учасників слідчої дії, які в подальшому являються доказами по кримінальній справі.

При залученні спеціаліста до проведення окремих слідчих дій при розслідуванні злочинів, предметом яких є радіоактивні матеріали, необхідно

розмежувати його процесуальний статус зі статусом експерта, який в подальшому, досліджує вилучені предмети та дає по ним офіційні висновки. При огляді місця події і при проведенні інших слідчих дій спеціаліст, використовуючи свої спеціальні знання в галузі ядерної та радіаційної безпеки, надає допомогу слідчому чи іншій уповноваженій особі в його проведенні, а саме: в пошуку, виявленні, ідентифікації, вилученні та огляді доказових матеріалів, застосовуючи для цього необхідні спеціальні технічні засоби, тоді як експерт досліджує направлені йому на експертизу докази і формулює висновки з поставлених перед ним питань, які мають значення самостійних доказів [155, 527].

Необхідно також пам'ятати, що залучення таких спеціалістів є важливим елементом забезпечення нормативних та медико-санітарних обмежень при поводженні з ДІВ учасників слідчих дій, згідно вимог НРБУ [52] та ОСПУ [53].

В ході огляду місця події спеціаліст проводить вимірювання потужності експозиційної дози ядерного випромінювання, встановлює тип радіоактивного забруднення (α -, β -, γ - чи нейтронного), наявність поверхневого забруднення, результати якого заносяться в протокол огляду місця події, з обов'язковим зазначенням марки, серійного номеру та сертифікаційних параметрів обладнання, яким проводилися виміри. Про участь спеціаліста при провадженні слідчої дії також обов'язково вказується в протоколі слідчої дії.

Враховуючи, що зазвичай працівники правоохоронних органів, які беруть участь у розслідуванні за фактами ядерної злочинності, не обізнані в достатній мірі з фізичними та хімічними особливостями предмету злочину, сучасна наука навіть рекомендує залучення спеціаліста для формулювання питань фаховому експерту, спеціальні знання якого дозволять кваліфіковано встановити предмет злочину та міру завданої шкоди у справах, предметом яких являються радіоактивні матеріали [157]. Законодавство також не забороняє особі, яка брала участь у справі як спеціаліст, згодом бути призначеною у цій справі як експерт, якщо він має належну кваліфікацію [158].

Коло організацій, працівників яких рекомендовано залучати до проведення окремих слідчих дій, особливо при огляді місця події у справах, предметом яких є радіоактивні матеріали, визначено розглянутою вище Постановою КМУ [101]. Так, до діяльності пов'язаної з проведенням експертних оцінок типу та параметрів ДІВ та визначення рівня радіаційного забруднення залучаються відповідні фахівці таких державних установ:

- Міністерство екологічних ресурсів України;
- Державна санітарно-епідеміологічна служба України;
- Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України, який визнається головною експертною організацією в цьому напрямку.

Однак, крім вищезазначених державних органів, співробітники яких можуть залучатися як спеціалісти при проведенні окремих слідчих дій у справах даної категорії, для забезпечення оперативності та належної кваліфікації в частині забезпечення радіаційного захисту населення та

ознаками-характеристиками, що дають поглиблене розуміння їх походження. Так, радіоактивні матеріали можна за групами розділити за такими критеріями:

- за походженням: природні та штучні;
- за ступенем небезпеки: не несуть в собі підвищену небезпеку, небезпечні та особливо небезпечні;
- за напрямом використання: промислові, медичні, військові тощо.

Встановлення конкретної чи загальної групової належності вилученого радіоактивного матеріалу має більше доказове значення, ніж визначення його родової належності.

На перспективу, проведення даних досліджень необхідно здійснювати у профільних судово-експертних установах, які в міжнародній правовій класифікації визначено як ядерні судові лабораторії [163, 21-23]. Під ними розуміють державні експертні установи, що мають відповідну кваліфікацію, сертифікати та ліцензію для такого роду діяльності, забезпечені відповідним перевіреним обладнанням та кваліфікованим персоналом. На них буде покладено обов'язок проводити відповідні аналітичні дослідження вилучених радіоактивних ДІВ, з'ясувати тип, склад та походження матеріалу. Іншою вимогою є їх повна відповідність існуючим стандартам безпеки навколишнього природного середовища, забезпечення при виконанні таких робіт здоров'я персоналу та населення, наявність відповідних умов для зберігання радіоактивних матеріалів та відходів. Такі лабораторії мають забезпечити належні заходи щодо фізичного захисту радіоактивних матеріалів та їх належного обліку.

Як вказувалося вище, Постанова КМУ № 813 [101] визначає як головну експертну організацію при розслідуванні даної категорії справ Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України. Згідно п. 7 Постанови підставами для звернення до вказаної експертної організації є:

- неможливість ідентифікувати радіонуклідне ДІВ в обсязі, достатньому для радіаційного захисту населення та довкілля та/або на вимогу досудового розслідування;
- виявлення нейтронного випромінювання, що свідчить про наявність в ДІВ ядерного матеріалу.

Як зазначалося в попередньому розділі, після проведення всіх необхідних заходів під час огляду місця події вилучені речові докази мають направлятися на дослідження в судово-експертні лабораторії, які мають відповідне обладнання для дослідження цих зразків. Зазвичай традиційні докази (відбитки пальців, волокна, ДНК, біологічні об'єкти тощо) направляються у традиційні судово-експертні лабораторії МВС України. Такі дослідження радіоактивних ДІВ мали би проводитися у так званих ядерних судових лабораторіях, перспектива створення яких зараз широко обговорюється в світі [164]. Враховуючи важливість такого завдання, призначення та статус таких лабораторій буде проаналізовано глибше.

На практиці ці два види доказів (традиційні та специфічні) пов'язані між собою з особливою природою предмета злочину – радіоактивними матеріалами і за важливістю часто співставимі між собою. Так, інформація

матеріальної шкоди та ступеня радіоактивного зараження. Такі поглиблені дослідження можуть бути проведені обмеженим числом лабораторій ядерно-фізичного профілю, які відсутні в системі правоохоронних органів.

Розглядаючи роль та можливості сучасного стану судової експертизи при розслідуванні даної категорії злочинів, необхідно виходити з таких її критеріїв [161, 291-292]:

- встановлення принципів можливостей даного виду експертної діяльності по ідентифікації ДІВ;

- доказове значення експертних висновків щодо ДІВ в залежності від принципів можливостей даного виду експертизи;

- формулювання на основі можливостей даного виду експертної діяльності достатньо повного переліку питань для встановлення характеристик, параметрів ДІВ, що досліджуються, ступеня безпеки їх використання, заподіяної шкоди, вартісних оцінок, тощо.

В теорії сучасної судової експертизи [162] експертиза радіоактивних матеріалів відноситься до групи експертиз матеріалів та речовин, завданнями якої є виявлення окремих ознак, які раніше в сукупності не вивчалися, дослідження складу та структури речових доказів з метою виявлення належності їх до класу, роду, виду матеріалів та речовин.

Зокрема, експертиза радіоактивних матеріалів вирішує такі основні завдання:

- віднесення об'єкту, що досліджується, до категорії радіоактивних матеріалів, чи є вони ядерними матеріалами;

- встановлення хімічного складу, фізичного стану, сорту базових ізотопів, їх співвідношення та виду ядерного випромінювання, чи є дана речовина закритим чи відкритим ДІВ;

- встановлення наявності слідів радіоактивного забруднення на різних об'єктах, що надані на експертизу;

- оцінка та припущення щодо технологічного призначення, часу, способу та місця виготовлення ДІВ;

- встановлення або ж оцінка ступеню шкоди життю та здоров'ю людини, атакою навколишньому середовищу від фактичного та запланованого для здійснення використання даного виду радіоактивних матеріалів;

- встановлення вірогідного підприємства – власника досліджуваного матеріалу;

- вартісні оцінки вилученого ДІВ згідно офіційних каталогів їх легального використання та цін «чорного» ринку.

Як і при дослідженні будь-яких матеріалів та речовин, експертиза радіоактивних матеріалів ставить перед собою завдання визначення родової та групової приналежності вилученого матеріалу [161, 293].

Під встановленням родової належності вилученого матеріалу при розслідуванні випадків ядерної злочинності необхідно розуміти виявлення чи спростування наявності в нього іонізуючого випромінювання як базової ознаки віднесення його до розряду радіоактивних матеріалів.

Встановлення групової належності ДІВ полягає у віднесенні об'єкту експертизи до певної частини (групи) об'єктів, які наділені додатковими

довкілля у разі відсутності відповідної державної установи в певній адміністративно-територіальній одиниці, законодавець допускає залучення фахових спеціалістів інших установ для надання експертної оцінки ситуації на місці виявлення підозрюваного матеріалу чи об'єкту. Це можуть бути фахівці Міністерства з надзвичайних ситуацій та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи (МНС), Держатомрегулювання, наукові співробітники ядерних підрозділів навчальних чи наукових установ тощо. Необхідно також пам'ятати, що як при проведенні огляду місця події, так і при проведенні інших слідчих дій потрібно відрізнити поняття спеціаліст, про якого зазначається в положеннях ст. 128-1 КПК України [154], від тих осіб, яких часто також називають спеціалістами, спеціальні знання яких слідчий чи інший співробітник правоохоронних органів використовує у формі усних консультацій при виявленні слідів впливу радіоактивних матеріалів, формулюванню запитань експерту тощо. Допомога зазначених осіб носить позапроцесуальний характер і не відображається в матеріалах справи.

Таким чином, якщо в результаті первинного обстеження місця виявлення підозрюваного матеріалу чи об'єкту за допомогою дозиметра-радіометра або отримання достовірної інформації іншим шляхом підозра про наявність радіонуклідного ДІВ підтверджується, особі, яка уповноважена проводити огляд місця події відповідно до положень чинного законодавства та в порядку ст. 128-1 КПК України [154] рекомендується викликати представників вищезазначених установ та організацій. На даних осіб покладається завдання здійснення радіологічного обстеження місця виявлення підозрюваного матеріалу чи об'єкту та інших необхідних дій, зокрема, видачу рекомендацій по забезпеченню мір радіаційної безпеки, спосіб проведення яких обов'язково узгоджується зі слідчим.

Як вказувалося нами вище, наявна санітарно-нормативна база не визначає особливий статус співробітників правоохоронних органів, які при виконанні службових обов'язків по оперативній, слідчо-криміналістичній діяльності чи відверненню актів ядерної злочинності зазнають додаткового опромінення. Для них не встановлена група радіаційно-гігієнічних регламентів, які мають бути застосовані для вказаної форми діяльності – перша [53], коли вона трактується як професійна робота, чи третю-четверту, коли професійна діяльність розглядається як така, що призводить до відвернення радіаційної аварії. Посадові інструкції правоохоронців не містять поняття «робоче місце» як таке, що передбачає додаткове опромінення у зв'язку з виконанням службових обов'язків, спеціальну підготовку для дій в умовах ядерного опромінення та медичний огляд після виконання завдання. Для них не визначені характеристики та спосіб юридичного застосування терміну тимчасове опромінення.

Повідомлення Державної санітарно-епідеміологічної служби (ДСЕС) України та Мінекоресурсів України з метою встановлення радіаційної ситуації на місці виявлення радіоактивного матеріалу, обов'язковість чого передбачене вказаною Постановою КМУ № 813 [101], повинне здійснюватися лише після повідомлення про дану подію правоохоронні органи. Це обумовлено необхідністю забезпечення охорони місця події та

недопущення знищення чи пошкодження доказів. Тому, будь-яка діяльність ДСЕС та Мінекоресурсів повинна бути узгоджена з представниками правоохоронних органів. Завданням перших є здійснення санітарно-гігієнічних заходів як дозиметричного контролю осіб, що зайняті на радіаційно-небезпечних роботах у межах контрольованої зони, а також вжиття заходів з метою забезпечення безпечного поводження з радіоактивними матеріалами, зведенням до мінімуму можливості заподіяння шкоди.

За результатами первинного обстеження спеціалісти ДСЕС, Мінекоресурсів чи інших державних установ в даній сфері готують висновки про основні параметри радіаційної обстановки на місці виявлення підозрюваного матеріалу чи об'єкта, де зазначають тип, характеристики радіонуклідного ДІВ, можливі шляхи формування та рівні дозових навантажень на залучений персонал та населення. Необхідно зазначити, що при виявленні нейтронного випромінювання, що свідчить про наявність подільного ядерного матеріалу, зазначені вище фахівці-ядерщики експертної організації визначають категорію ядерного матеріалу (збагачений уран, збройний плутоній) та тип радіонуклідного ДІВ без пошкодження пакунків, контейнерів, боксів тощо. Зазначені висновки надсилаються до правоохоронного органу, який забезпечує організацію огляду місця події та здійснення інших необхідних заходів з метою виявлення ознак злочину і осіб, що його вчинили.

Діяльність працівників ДСЕС, Мінекоресурсів чи інших компетентних організацій на місці виявлення ДІВ повинні мінімізувати шкоду здоров'ю населення та довкіллю внаслідок радіоактивного забруднення. Тому, в разі потреби, їх представники підготовлюють рекомендації по утилізації, захороненню радіонуклідного ДІВ, вживають заходи щодо його дезактивації. Нехтування або ж некваліфіковане виконання цієї функції є серйозним службовим порушенням щодо кваліфікації ядерної злочинності.

У більшості випадків провести повне дослідження ДІВ, виявленого у незаконному обігу, безпосередньо на місці події не представляється можливим. Це обумовлено необхідністю залучення спеціального обладнання, яке знаходиться у відповідних лабораторіях державних установ. Враховуючи можливість виникнення негативних масштабних наслідків у разі тривалого знаходження радіоактивних матеріалів в умовах, які призначені для їх зберігання, виникає необхідність його подальшого транспортування до установи чи організації, які мають відповідні умови (юридичні, фізичні) для їх зберігання та дослідження. Тому, після фіксування основних параметрів вилученого з нелегального обігу радіоактивного матеріалу, його фотографування, описання та проведення інших необхідних заходів, слідчий чи інша уповноважена особа, яка проводить огляд місця події приймає рішення про подальше транспортування ДІВ до відповідної установи.

Порядок перевезення та транспортування радіоактивних матеріалів передбачений законодавством України. Зокрема, в пп. 11 та 13 Постанови КМУ № 813 [101] визначено, що при вирішенні питання про перевезення радіоактивного матеріалу правоохоронним органом місцевий орган

РОЗДІЛ 7. ЯДЕРНА ЕКСПЕРТОЛОГІЯ. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ СУДОВОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РАДІОАКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ефективна складова боротьби з ядерною злочинністю передбачає вироблення єдиного підходу та низки критеріїв оцінки та дослідження радіоактивних матеріалів, виявлених в незаконному обігу. Даний процес повинен включати єдину систему технічних та наукових прийомів його проведення, а також досконалий правовий механізм спрямований на його регулювання. В сучасному правовому вимірі оцінка та дослідження радіоактивного матеріалу здійснюється шляхом проведення експертизи, яка в кримінально-процесуальному законодавстві визначається як судова, оскільки виконується за призначенням правоохоронних та судових органів [159, 223]. При розслідуванні злочинів, в тому числі предметом яких є ядерні та радіоактивні матеріали, вона виступає як доказ та сприяє всебічному, повному й об'єктивному дослідженню всіх обставин справ.

Правове регламентування порядку проведення судових експертиз в Україні визначено КПК України [154], Законом України «Про судову експертизу» від 1995 року [160] та іншими нормативно-правовими актами. Так, згідно ст. 1 Законом України «Про судову експертизу» [160], судова експертиза визначається як дослідження експертом на основі спеціальних знань матеріальних об'єктів, явищ і процесів, які містять інформацію про обставини справ, що перебуває у провадженні органів дізнання, досудового слідства чи суду.

В загальному плані судова експертиза полягає у вивченні, перевірці, аналітичному дослідженні, кількісній або якісній оцінці фахівцем (експертом) або групою фахівців, експертною радою, спеціально уповноваженим державним органом (експертною організацією), органом виконавчої влади (в межах її компетенції), підприємством, установою та організацією всіх форм власності, а також об'єднанням громадян певного питання, явища, процесу, предмета [161, 54]. Судова експертиза здійснюється на принципах законності, незалежності, об'єктивності та повноти дослідження.

Призначення експертизи є процесуальною дією і, таким чином, її проведення можливе лише у стадії порушення справи [161, 53]. Відповідно до ст. 75 КПК України експертиза призначається у випадках, коли для вирішення певних питань при провадженні справи потрібні наукові, технічні або інші наукові знання і може призначатися тільки постановою слідчого або ухвалою суду.

При розслідуванні справ по ядерній злочинності, предметом яких є ядерні та радіоактивні матеріали, головними цілями судової експертизи поряд з традиційними завданнями (фізико-хімічний стан: вага, колір, щільність та інше) є ідентифікація та встановлення ізотопного складу вилученого ДІВ, сорту (α -, β -, γ -) та інтенсивності випромінювання, функціонального призначення, технологічної та географічної прив'язки, оцінки нанесеної

Зауважимо, що вказані особливості процесуального провадження у справах, які стосуються ядерної злочинності, знайшли втілення у проекті МАГАТЕ по створенню мережі ядерних судових лабораторій з уніфікованими методиками дослідження, які будуть розглянуті у наступних розділах.

**Література:
праці, які опубліковані
авторами за темою дослідження**

1. Біленчук П.Д. Світовий, вітчизняний і регіональний досвід розслідування терористичних актів: кібертероризм, біологічний тероризм, радіоактивний тероризм // Сучасний тероризм: інформаційний, комп'ютерний, біологічний. Матеріали науково-практичного семінару (Київ, 3 квітня 2009 р.). – Київ: ННПСК КНУВС, 2009. – С. 3.

2. Маслюк О.В. Незаконний обіг радіоактивних матеріалів: запобігання, розслідування // Сучасний тероризм: інформаційний, комп'ютерний, біологічний. Матеріали науково-практичного семінару (Київ, 3 квітня 2009 р.). – Київ: ННПСК КНУВС, 2009.

3. Маслюк О.В. Проблеми правової ідентифікації ядерної злочинності // Держава і право: Збірник наукових праць. Юридичні і політичні науки. Спецвипуск. – К.: Ін-т держави і права ім. В.М. Корецького НАН України, 2005. – С. 228-233. Т. 2.

4. Маслюк О.В. Загрози ядерного тероризму та роль України в системі міжнародної безпеки // Проблеми безпеки особистості. Суспільства, держави. Інформаційно-аналітичний бюлетень. – К.: Міжнародна анти терористична єдність, 2006. – С. 57-60.

5. Маслюк О.В. Ядерний тероризм – глобальні загрози та національні особливості їх протидії // Офіційний сайт Одеського інформаційно-аналітичного центру боротьби з організованою злочинністю при Одеській національній юридичній академії <http://www.inter.criminology.org.ua/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=516>.

виконавчої влади надсилає заявку до відповідного підприємства Українського державного об'єднання «Радон» МНС. До цієї заявки додається інформація з письмового звіту фахівців ДСЕС та Мінекоресурсів про характеристики джерела та необхідні заходи радіаційної та ядерної безпеки під час його перевезення. Підприємство Українського державного об'єднання «Радон» МНС здійснює документальне оформлення та перевезення вилученого радіонуклідного ДІВ з дотриманням відповідних норм та правил.

На практиці виконання даної вимоги не відповідає вимогам сьогодення, оскільки є тривалою, складною і коштовною процедурою та може бути здійснене лише після виконання всіх кримінально-процесуальних дій. У ході ж слідчо-оперативних заходів процедура перевезення радіоактивних матеріалів виявлених у незаконному обігу має належати до компетенції слідчого, який в даному випадку здійснює огляд місця події. Всі рішення щодо доказової основи, ступеня її суспільної загрози слідчий приймає на власний розсуд, спираючись на висновки фахових спеціалістів, які залучені до проведення слідчих дій. Не у всіх випадках такі матеріали, виявлені у незаконному обігу, реально представляють підвищену загрозу для оточуючих, а її ризик для транспортування до атестованих сховищ ДІВ, наприклад, системи Національної академії наук чи Міністерства освіти України для тимчасового зберігання може бути зведений до мінімуму.

Положення Постанови КМУ № 813 не враховує обмеженого територіального представництва Державного об'єднання «Радон», тому її виконання може становити реальну загрозу населенню та оточуючому середовищу, і не сприятиме розкриттю справи за свіжими слідами.

Після доставляння ДІВ до відповідних державних установ чи організацій, які мають дозвіл на таку діяльність, остання на запит правоохоронного органу проводить відповідні дослідження для встановлення характеристик радіонуклідного ДІВ. Про його результати організація інформує зазначений правоохоронний орган, а також Держатомрегулювання та інші органи виконавчої влади, до компетенції яких належить реагування на випадки незаконного обігу ядерних та радіоактивних матеріалів.

Після того як вилучене радіонуклідне ДІВ було перевезено з місця його виявлення, проведено огляд місця події, здійснено необхідні заходи з метою виявлення ознак злочину і осіб, що його вчинили, залучені фахівці ДСЕС та Мінекоресурсів разом з відповідним підрозділом МНС (у разі потреби) проводять дезактивацію на місці виявлення підозрюваного матеріалу чи об'єкту, і готують висновки та інформують про можливі наслідки місцевий орган виконавчої влади, а також профільні організації. Згідно [101], протягом однієї доби, але не раніше ніж від експертної організації надійде інформація про результати досліджень та висновки щодо категорії радіоактивного матеріалу та типу радіонуклідного ДІВ, представники ДСЕС та Мінекоресурсів готують письмовий звіт, який повинен містити:

– детальний опис радіаційної ситуації на місці виявлення підозрюваного матеріалу чи об'єкта, результати вимірів;

– висновки щодо дозових навантажень на персонал та населення, рекомендації щодо заходів безпеки, здійснення яких необхідне у разі

подальшого поводження з вилученими радіонуклідними ДІВ, включаючи його перевезення, а також поводження з приладами, інструментами та знаряддям, що зазнали радіоактивного забруднення під час робіт з джерелом;

– результати вимірів, проведених фаховими експертами Інституту ядерних досліджень, іншої експертної організації та надані ними висновки щодо категорії ядерного матеріалу або типу радіонуклідного ДІВ.

Зазначений звіт лягає в матеріали кримінальної справи та слугує доказом при подальшому провадженні по ній.

Навіть після вилучення ДІВ з місця його виявлення проведення огляду місця події не завершується. Працівникам, які проводять дізнання та досудове слідство по даній справі для повного та об'єктивного розслідування всіх її обставин необхідно встановити шляхи транспортування, місця попереднього зберігання радіоактивного матеріалу, а також людей, які знаходилися в контакті з ним. Дана процедура необхідна для встановлення ступеня радіоактивного опромінення територій, майна та осіб, які мали безпосередній чи опосередкований контакт з вилученим ДІВ, визначення можливості в подальшому використанні вищезазначеного нерухомого майна, необхідність та масштаб проведення дезактивації територій, які зазнали радіоактивного впливу тощо. Проведення зазначених заходів необхідне для визначення ступеня шкоди здоров'ю людей, розміру матеріальної шкоди, якої завдало порушення правил поводження з радіоактивними матеріалами та ступеню радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища. Дані процесуальні дії необхідні для правильної кваліфікації злочину, встановлення всіх потерпілих, а також осіб, причетних до його вчинення. Провадження подальших вищезазначених дій також регулюється нормами кримінально-процесуального законодавства України (ст. 190-192 КПК України [154]), іншими нормативними актами, а порядок їх проведення та порядок залучення фахових спеціалістів до даної процедури аналогічний порядку проведення огляду безпосереднього місця виявлення та вилучення радіоактивних матеріалів і детально розглянутий вище.

Присутність кваліфікованих спеціалістів в галузі радіаційної гігієни, радіаційного контролю та ядерної фізики, а за необхідності й інших спеціалістів необхідне також при огляді трупа людини чи його ексгумації в разі, коли однією з версій настання смерті є можливе додаткове опромінення. Предметом експертизи є встановлення джерел радіоактивного ураження, його виду, потужності, характеру, можливого місця його знаходження та інших важливих обставин справи.

Зауважимо, що сучасне Кримінально-процесуальне законодавство України при даних слідчих діях передбачає як обов'язкову умову лише участь судово-медичного експерта або лікаря, що є недостатнім при проведенні слідчих дій у справах ядерної злочинності. Не враховується особлива природа предмету злочину при проведенні досудового слідства на всіх етапах проведення огляду місця події, допиту свідків, проведення очних ставок та інших необхідних слідчих дій. Так, проведення обшуку місць можливого несанкціонованого зберігання радіоактивних матеріалів та їх виїмка в більшості випадків суттєво відрізняється від проведення аналогічних

слідчих дій по іншим категоріям кримінальних справ. При проведенні обшуку приміщень та територій, які зазнали дії радіоактивного опромінення, перебування в них людей потребує спеціальних заходів безпеки, відсутність яких може завдати суттєвої шкоди їх здоров'ю. Тому природною є вимога до учасників, наприклад, обшукових заходів, окрім наявності спеціального оснащення та дозиметричного обладнання, присутність спеціалістів в галузі ядерної фізики та радіаційної медицини, їх участь при проведенні виїмки радіонуклідних ДІВ та предметів, які зазнали їх впливу. А сама процедура обшуку та виїмки має відповідати вимогам ст. 177-189 КПК України [154] та іншим підзаконним актам.

Відповідно до положень ст. 194 КПК України, з метою перевірки і уточнення результатів допиту свідка, потерпілого, підозрюваного та обвинуваченого або даних, одержаних при провадженні огляду та інших слідчих дій слідчий може провести відтворення місця події. У випадку проведення зазначеної слідчої дії у справах про злочини, предметами яких є радіоактивні матеріали, виконання цих дій допускається тільки у випадку, якщо вони не завдадуть шкоди людям, які беруть у них участь та навколишньому природному середовищу. Законодавець лише допускає залучення спеціаліста в даній галузі до вказаної слідчої дії, а у більшості випадках її проведення його участь є рекомендованою, тоді, коли доцільним є встановити таке залучення обов'язковим. Участь такого спеціаліста може встановити ступінь вини правопорушника, чи мали злочинні дії усвідомлений характер, з врахуванням масштабу заподіяної чи запланованої шкоди, ступінь уражаючих факторів радіоактивних матеріалів, ставлення щодо можливої шкоди здоров'ю випадкових людей тощо. Однак, проведення цієї слідчої дії з незначних мотивів як повне закріплення показів підозрюваного чи обвинуваченого, показів свідків чи потерпілих не є виправданим, якщо дані дії будуть проходити на територіях чи в приміщеннях, що зазнали радіоактивного забруднення.

Певні особливості притаманні слідчим діям по пред'явленню для впізнання радіоактивних матеріалів чи інших ДІВ. Зазначений захід є виправданим в тому разі, коли допитуваний заявляє, що може впізнати предмет, який він спостерігав та пам'ятає його відмінні ознаки, а визначення часу та місця знаходження предмету злочину як радіоактивний матеріал є важливим для розслідування різних обставин справи. Враховуючи фізичні властивості ДІВ та їх здатність завдати шкоди здоров'ю особи, яка проводить процедуру впізнання, необхідно при цьому звести до мінімуму безпосередній контакт з радіоактивним предметом, провести оцінку дозового навантаження на організм учасника слідчих дій. В даному випадку законодавством визначено можливість проведення впізнання за фотознімками чи за макетами предметів, які ідентифікуються [155, 610-615]. В цьому разі, участь спеціалістів не є необхідною, як у попередніх діях, при проведенні огляду місця події, огляду трупа чи предмету злочинних посягань, обшуку помешкань тощо. Умови та прядок проведення слідчої дії, пов'язаної з пред'явленням до впізнання особи чи інших предметів регламентована ст. 174-176 КПК України.